Төсөл

****

**МОНГОЛ УЛСЫН СТАНДАРТ**

**Гидравлик турбины роторын эргэлтийг тохируулах системийг тодорхойлох гарын авлага**

**Guide to specification of hydraulic turbine governing systems**

**MNS IEC 61362:2021**

**Албан хэвлэл**

**СТАНДАРТ, ХЭМЖИЛ ЗҮЙН ГАЗАР**

**Улаанбаатар хот**

**2021 он**

Энэ стандартыг ... орчуулж, ЭХЭЗХ ТӨААТҮГ-ын СННХ -ийн СС-ын ИТА Г.Амаржаргал редакц хийж, хянасан.

Анхны үзлэгийг 2026 онд, дараа нь 5 жил тутамд хийнэ.

**Стандарт, хэмжил зүйн газар (СХЗГ)**

Энхтайваны өргөн чөлөө 46А

Шуудангийн хаяг

Улаанбаатар-13343, Ш/Х - 48

Утас: 976-51-263860 Факс: 976-11-458032

E-mail: [masm@mongol.net](mailto:masm@mongol.net); [standardinform@masm.gov.mn](mailto:standardinform@masm.gov.mn)

[www.estandard.mn](http://www.estandard.mn); [www.masm.gov.mn](http://www.masm.gov.mn)

**© СХЗГ, 2021**

“Стандартчилал, тохирлын үнэлгээний тухай” Монгол Улсын хуулийн дагуу энэхүү стандартыг бүрэн, эсвэл хэсэгчлэн хэвлэх, олшруулах эрх нь гагцхүү СХЗГ (Стандартчиллын төв байгууллага)-т байна.

АГУУЛГА

[ӨМНӨХ ҮГ ....................................................................................................................4](#_Toc504480980)

[ТАНИЛЦУУЛГА...................................... .........................................................................6](#_Toc504480981)

[1. Хамрах хүрээ ...............................................................................................6](#_Toc504480982)

[2. Норматив эшлэл ...............................................................................................6](#_Toc504480983)

[3. Нэр томьёо, тодорхойлолт, тэмдэг, нэгж............................................................7](#_Toc504480984)

[3.1 Ерөнхий нэр томьёо ба тодорхойлолт .........................................................7](#_Toc504480985)

[3.2 Хяналтын түвшин ба хяналтын горимтой холбоотой нэр томьёо, тодорхойлолт..................................................................................................................7](#_Toc504480986)

[3.3 Хяналтын онолын нэр томьёо ба тодорхойлолт.........................................8](#_Toc504480987)

[3.4 Индекс ба олонлог ....................................................................................8](#_Toc504480988)

[3.5 Үйлдвэрлэл болон турбины машинтай холбоотой нэр томьёо, тодорхойлолт .................................................................................................................9](#_Toc504480989)

[3.6 Роторын эргэлтийг тохируулах системийн тогтолцоонд хамаарах нэр томьёо, тодорхойлолт....................................................................................................9](#_Toc504480990)

[4 Хяналтын бүтэц..........................................................................................................18](#_Toc504480991)

[4.1 Ерөнхий зүйл................................................................................................18](#_Toc504480992)

[4.2 Үндсэн хяналтын чиг үүрэг...........................................................................18](#_Toc504480993)

4.2.1 Ерөнхий зүйл .....................................................................................18

4.2.2 Хурдны хяналт ..................................................................................18

4.2.3 Гаралтын чадлын хяналт..................................................................18

4.2.4 Нээлтийн хяналт ...............................................................................18

4.2.5 Усны түвшний хяналт .......................................................................18

4.2.6 Урсгалын хяналт ...............................................................................18

[4.3 Нэгдсэн хяналтын системийн тохируулга...................................................21](#_Toc504480994)

4.3.1 Ерөнхий зүйл .....................................................................................18

4.3.2 Зэрэгцээ бүтэц ..................................................................................18

4.3.3 Цуврал бүтэц .....................................................................................18

4.3.4 Бусад тохиргоо ..................................................................................18

[4.4 Серво-байрлалыг тохируулах.....................................................................23](#_Toc504480995)

[4.5 Олон талт хяналт..........................................................................................24](#_Toc504480996)

4.5.1 Ерөнхий зүйл..................................................................................18

4.5.2 Зэрэгцээ бүтэц ...............................................................................18

4.5.3 Цуврал бүтэц .....................................................................................18

[5 Роторын эргэлтийг тохируулах системийн гүйцэтгэл ба бүрэлдэхүүн хэсэг........24](#_Toc504480997)

[5.1 Ерөнхий зүйл .............................................................................................24](#_Toc504480998)

[5.2 Загварчлал ба тоон симуляци.....................................................................25](#_Toc504480999)

[5.3 PID-хянагчийн үзүүлэлтийн параметрүүд..................................................27](#_Toc504481000)

5.3.1 Ерөнхий зүйл.. ..................................................................................18

5.3.2 Тогтвортой бууралт .....................................................................18

5.3.3 Хувьсах үйл ажиллагааны коэффициент Kp, салшгүй үйл ажиллагааны хугацаа , үүсмэл үйлдлийн хугацаа..............................................18

5.4 Роторын эргэлтийг тохируулах системийн бусад үзүүлэлтүүд..................28

5.4.1 Хяналттай хувьсагчид (хурд, чадлын гаралт, г.м.), ачаалал хязгаарлагчийн командын дохионы тохируулга... ......................................................28

5.4.2 Роторын эргэлтийн тохируулгыг хүлээн авахгүй / 2..............28

5.4.3 Серво-байрлалын параметрүүд………………………………............29

[5.5 Сервo-байрлалын хоорондох үйлдлийн хамаарал ...........................30](#_Toc504481001)

5.5.1 Тохируулагчтай чиглүүлэгч хавхалга ба ажлын дугуйн далбангийн өнцөг бүхий хос зохицуулалттай турбин.....................................................................30

5.5.2 Турбины зүү ба дефлектор бүхий хос удирдлага............................31

5.5.3 Олон талын хяналт …………….………………………………............31

5.5.4 Бусад харилцаа..........................………………………………............31

[5.6 Байнгын дохионы хэмжилт .......................................................................32](#_Toc504481002)

5.6.1 Ерөнхий зүйл......................................................................................30

5.6.2 Эргэлтийн хурд..................................................................................31

5.6.3 Чадлын гаралт....... ……….…….………………………………............31

5.6.4 Усны түвшин...............................………………………………............31

5.6.5 Түлхэгчийн байрлал (зам) ...…..………………………………............31

5.6.6 Электрон дамжуулагчаас дохио дамжуулах...................................31

[5.7 Гар удирдлага .............................................................................................34](#_Toc504481003)

[5.8 Шулуутгагч .............................................................................................35](#_Toc504481004)

[5.9 Дараагийн шатны хяналт .......................................................................35](#_Toc504481005)

[5.10 Оновчтой болгох хяналт .......................................................................35](#_Toc504481006)

[5.11 Хүчлүүрийн параллель байрлалыг хянах .......................................35](#_Toc504481007)

[5.12 Түлхэгчийн хүчийг ашиглах .......................................................................36](#_Toc504481008)

5.12.1 Ерөнхий зүйл....................................................................................34

5.12.2 Хуримтлуулагч буюу аккумлятортай систем................................35

5.12.3 Хуримтлуулагчгүй систем....... ……….…..............…………............38

5.12.4 Шууд цахилгаан байрлуулагч............ ………………………............39

5.12.5 Гидрийн шингэний сонголт хийх зөвлөмж...…..…….. ……............40

[5.13 Цахим хяналтын системийн эрчим хүчний хангамж ............................40](#_Toc504481009)

[5.14 Үйл ажиллагааны шилжилт …………………………………………………...40](#_Toc504481010)

5.14.1 Эхлэх болон синхрончлол хийх......................................................40

5.14.2 Хэвийн унтраалт………………………………..................................41

5.14.3 Гэнэтийн ачааллыг бууруулах……………………………………......42

5.14.4 Үйл ажиллагааны бусад шилжилтүүд ……..………………............42

[5.15 Аюулгүй байдлын төхөөрөмж / схем.........................................................42](#_Toc504481011)

5.15.1 Ерөнхий зүйл...................................................................................42

5.15.2 Түргэн унтраалт болон аваарын унтраалт....................................42

5.15.3 Хурд хэтрэлтээс хамгаалах төхөөрөмж ....................…….........…43

5.15.4 Холбоос................................................ ……..………………............43

[5.16 Нэмэлт тоног төхөөрөмж .......................................................................43](#_Toc504481012)

5.16.1 Даралтын өөрчлөлтийг бууруулах арга хэмжээ............................43

5.16.2 Урсцын хяналт...............................................................................43

5.16.3 Хурдны өсөлтийг бууруулах тоног төхөөрөмж, арга хэмжээ... …44

5.16.4 Усан цахилгаан станцын голын төв урсцын хяналт...................44

5.16.5 Тоормос............................................... ....................……......………44

5.16.6 Үйл ажиллагааны синхрон конденсаторын горим.........................45

6 Зөвлөмжийг хэрхэн хэрэгжүүлэх талаар...................................................................45

Хавсралт А (норматив) Хялбаршуулсан дифференциал тэгшитгэлүүд болон идеальчилсан PID-хянагчийн функцийг дамжуулах………………………..................58

Хавсралт В (мэдээллийн) Тэжээлийн давтамжийн хяналт 60

Хавсралт C (мэдээллийн) Түргэн унтраалт болон аваарын унтраалт 63

1-р зураг – Хувьсагчийн хяналтын хүрээ 12

2-р зураг – Тогтвортой бууралт 12

3-р зураг – Пропорциональ үйл ажиллагааны коэффициент ба интеграл үйл ажиллагааны хугацаа…………… ………………………………………………………13

4-р зураг – Уламжлалт хугацааны тогтмол……………………………………...............14

5-р зураг – Хөдөлгөөн хийж эхлэх хүртэлх үр ашиггүй хугацаа 15

6-зураг – Сервомоторын хамгийн бага нээлтийн/хаалтын хугацаа 16

7-р зураг – Севомоторын байршлийн тогтмол хугацаа 16

8-р зураг – Серво-моторын байршлын алдаа 17

9-р зураг – Хяналтын системийн хөдөлгөөнд орох хүртэлх хугацаа.................. 17

10-р зураг – Хурд ба чадлын гаралтын хянагчтай зэрэгцээ ажиллах хяналтын систем 21

11-р зураг – Хурдны ба чадлын хянагчийн командын дохио нь зэрэгцээ ажиллах хяналтын систем 21

12-р зураг – Хурдны хянагч болон усны түвшний хянагч нь зэрэгцээ ажиллах хяналтын систем 21

13-р зураг – Чадлын гаралт ба хурдны хянагч нь цуваа ажиллах удирдах систем 22

14-р зураг – Усны түвшний ба хурд хянагч нь цуваа ажиллах удирдах систем 22

15-р зураг – Хурд хянагчаар дамжуулан чадлын гаралтын хянагч 22

16-р зураг - Хурд хянагчгүй усны түвшний хянагч 23

17-р зураг - Тодорхой функциональ холбоо ба нэмэлт дохионы давтамж бүхий зэрэгцээ бүтэц 24

18-р зураг - Тодорхой функциональ холбоо болон нэмэлт дохионы давтамж бүхий цуврал бүтэц 24

19-р зураг - sv оролтын өөрчлөлтөд хариу үзүүлэх *Y*/*Y*max өсгөгчийн гаралтын хугацааны үечлэл болон давтамж ........................................................................30

20-р зураг - Даралтын савны агууламж ба даралтын хязгаар 35

21-р зураг – Нээлттэй- хэлхээний систем 39

22-р зураг – Синхрончлол хийж эхлэх үеийн хурдны муруй 41

23-р зураг – Ачаалал бууруулах ....................................................................... 42

А.1-р зураг – Онолын хувьд зэрэгцээ бүтэц дэх идеальчилсан PID 59

А.2-р зураг – Идеальчилсан PID алтернатив хувилбар 59

В.1-р зураг - Идеальчилсан PID турбины роторын эргэлтийг тохируулагч удирдлагын системтэй үүсгүүрийн нэгжийн чадлын бууралтын зарчмын бүдүүвч зураглалын жишээ 61

B.2-р зураг – Роторын эргэлтийг тохируулах удирдлагын тогвортой бууралтын ялгаатай бүхий хоёр нэгжийн үйл явц 62

С.1-р хүснэгт - Алтернатив I - Хурдан унтраалт болон аваарын унтраалтын хувилбарын тойм............................................................................................65

C.2-р хүснэгт - Алтернатив II - Хурдан унтраалт болон аваарын унтраалтын хувилбарын тойм ……………………………………………………………………..66

CONTENTS

FOREWORD 5

INTRODUCTION 7

1. Scope 8
2. Normative references 8
3. Terms, definitions, symbols and units 9
   1. General terms and definitions 9
   2. Terms and definitions related to control levels and control modes 9
   3. Terms and definitions from control theory 9
   4. Subscripts and prefixes 10
   5. Terms and definitions related to the plant and the machines 10
   6. Terms and definitions relating to the governing system 11
4. Control structure 18
   1. General 18
   2. Main control functions 18
      1. General 18
      2. Speed control 19
      3. Power output control 19
      4. Opening control 19
      5. Water level control 19
      6. Flow control 20
   3. Configurations of combined control systems 20
      1. General 20
      2. Parallel structure 20
      3. Series structures 21
      4. Other configurations 22
   4. Configurations of servo-positioners 23
   5. Multiple control 23
      1. General 23
      2. Parallel structure 24
      3. Series structure 24
5. Performance and components of governing systems 24
   1. General 24
   2. Modeling and digital simulation 25
   3. Characteristic parameters for PID-controllers 26
      1. General 26
      2. Permanent droop *b*p 27
      3. Proportional action coefficient *K*p, integral action time *T*I, and

derivative action time *T*D 27

* 1. Other parameters of the governing systems 28
     1. Command signal adjustments for controlled variables (speed, power

output, etc.) and load limiter 28

* + 1. Governor insensitivity *i*x/2 28
    2. Parameters of servo-positioner 29
  1. Functional relationship between servo-positioners 30
     1. Dual regulation of turbines with controllable guide vane and runner blade angles…………………………………………… 28
     2. [Dual control of turbines with needles and deflectors 31](#_TOC_250043)
     3. [Multiple control 31](#_TOC_250042)
     4. [Other relationships 31](#_TOC_250041)
  2. [Actual signal measurement 31](#_TOC_250040)
     1. [General 31](#_TOC_250039)
     2. [Rotational speed 32](#_TOC_250038)
     3. [Power output 32](#_TOC_250037)
     4. [Water level 32](#_TOC_250036)
     5. [Actuator position (stroke) 32](#_TOC_250035)
     6. [Signal transmission from electronic transmitters 32](#_TOC_250034)
  3. [Manual control 33](#_TOC_250033)
  4. [Linearization 33](#_TOC_250032)
  5. [Follow-up controls 34](#_TOC_250031)
  6. [Optimization control 34](#_TOC_250030)
  7. [Monitoring parallel positioning of amplifiers 34](#_TOC_250029)
  8. [Provision of actuating energy 34](#_TOC_250028)
     1. [General 34](#_TOC_250027)
     2. [System with an accumulator 35](#_TOC_250026)
     3. [Systems without accumulator 38](#_TOC_250025)
     4. [Direct electric positioner 39](#_TOC_250024)
     5. [Recommendation for hydraulic fluid selection 40](#_TOC_250023)
  9. [Power supply for electronic control systems 40](#_TOC_250022)
  10. [Operational transitions 40](#_TOC_250021)
      1. [Start-up and synchronization 40](#_TOC_250020)
      2. [Normal shutdown 41](#_TOC_250019)
      3. [Sudden load rejection 41](#_TOC_250018)
      4. [Other operational transitions 42](#_TOC_250017)
  11. [Safety devices/circuits 42](#_TOC_250016)
      1. [General 42](#_TOC_250015)
      2. [Quick shutdown and emergency shutdown 42](#_TOC_250014)
      3. [Overspeed protection device 43](#_TOC_250013)
      4. [Interlocks 43](#_TOC_250012)
  12. [Supplementary equipment 43](#_TOC_250011)
      1. [Measures to reduce pressure variations 43](#_TOC_250010)
      2. [Surge control 43](#_TOC_250009)
      3. [Equipment and measures to lower the speed rise 44](#_TOC_250008)
      4. [Central flow rate control in river power station systems 44](#_TOC_250007)
      5. [Brakes 44](#_TOC_250006)
      6. [Synchronous condenser mode of operation 45](#_TOC_250005)
  13. [Environmental suitability of governor components 45](#_TOC_250004)
      1. [Vibration and shock resistance 45](#_TOC_250003)
      2. [Temperature and humidity 45](#_TOC_250002)
  14. [Electromagnetic compatibility 45](#_TOC_250001)

1. [How to apply the recommendations 45](#_TOC_250000)

Annex A (normative) Simplified differential equations and transfer functions of idealized

PID-controllers 58

Annex B (informative) Grid frequency control 60

Annex C (informative) Quick shutdown and emergency shutdown 63

Figure 1 – Controlled variable range 12

Figure 2 – Permanent droop 12

Figure 3 – Proportional action coefficient and integral action time 13

Figure 4 – Derivative time constant 14

Figure 5 – Dead band 15

Figure 6 – Minimum servomotor opening/closing time 16

Figure 7 – Time constant of the servo-positioner 16

Figure 8 – Servo-positioner inaccuracy 17

Figure 9 – Control system dead time 17

Figure 10 – Control system with speed and power output controllers in parallel 21

Figure 11 – Control system with speed controller and power command signal in parallel 21

Figure 12 – Control system with speed controller and water level controller in parallel 21

Figure 13 – Governing system with power output and speed controller in series 22

Figure 14 – Governing system with water level controller and speed controller in series 22

Figure 15 – Power output control via the speed controller 22

Figure 16 – Water level controller without speed controller 23

Figure 17 – Parallel structure with defined functional relation and an additional signal

superimposition 24

Figure 18 – Series structure with defined functional relation and additional signal

superimposition 24

Figure 19 – Time step response and frequency response of the amplifier output *Y*/*Y*max

to a displacement input sv 30

Figure 20 – Pressure tank content and pressure ranges 35

Figure 21 – Open-circuit system 39

Figure 22 – Start-up speed curve up to synchronization 41

Figure 23 – Load rejection 42

Figure A.1 – Idealized PID in pure parallel structure 59

Figure A.2 – Idealized PID alternative representation 59

Figure B.1 – Example of principle schematic functional diagram of a unit with a turbine governing system using an idealized PID controller with a power droop 61

Figure B.2 – Behaviour of two units with different governor permanent droop values 62

Table C.1 – Alternative I – Summary of cases for quick shut-down and emergency shut-down...........................................................................................................65

Table C.2 – Alternative II – Summary of cases for quick shut-down and emergency shut-down................................................................................................................66

ОЛОН УЛСЫН ЦАХИЛГААН ТЕХНИКИЙН КОМИСС

––––––––––––

**ГИДРАВЛИК ТУРБИНЫ РОТОРЫН ЭРГЭЛТИЙГ ТОХИРУУЛАХ СИСТЕМИЙГ ТОДОРХОЙЛОХ ГАРЫН АВЛАГА**

ӨМНӨХ ҮГ

1. IEC буюу ОУЦТХ(Олон улсын цахилгаан техникийн комисс) бүх улсын цахилгаан техникийн хороо(IEC Үндэсний хороо)-доос бүрдсэн стандартчиллын хувьд дэлхий нийтийн байгууллага юм. ОУЦТК-ын зорилго нь цахилгаан, электроникийн чиглэлээр стандартчилалтай холбоотой бүх асуудлаар олон улсын хамтын ажиллагааг дэмжиж ажиллана. Энэ зорилгоор болон бусад үйл ажиллагаанаас гадна, ОУЦТК-ны Олон улсын стандартыг боловсруулдаг. Тэдгээртэй холбоотой бэлтгэл ажлууд ОУ-ын үндэсний техникийн хороодод даалгагдсан байна; асуудалд оролцох сонирхол илэрхийлсэн ямар ч IEC Үндэсний хороо нь энэ бэлтгэл ажилд оролцох нь нээлттэй. ОУЦТК-той холбоотой, Олон улсын төрийн болон төрийн бус байгууллага нь энэ бэлтгэл ажилд оролцох боломжтой. IEC хоёр байгууллагын хоорондын гэрээгээр тодорхойлсон нөхцөлийн дагуу Олон улсын стандартчиллын байгууллага (ISO)-тай нягт хамтран ажилладаг.
2. Бүх улсуудын үндэсний хороодын төлөөлөл ОУЦТК багтаж байдгаас үүдэн техникийн асуудлаар албан ёсны шийдвэр, гэрээ хэлцлүүдэд тэдгээрийн санал бодлыг аль болох оновчтой байдлаар ОУ-ын жишигт нийцүүлэн тусгаж байхыг эрмэлзэн ажиллана.
3. IEC хэвлэн нийтлэл нь олон улсын хэрэглээний зөвлөмжүүдтэй бөгөөд IEC үндэсний хороод энэ утгаараа хүлээн зөвшөөрөгддөг. IEC нийтлэлийн техникийн агуулга үнэн зөв эсэхийг баталгаажуулахын тулд бүх хүчин чармайлт гаргасан ч ОУЦТК түүнийг ямар ч арга хэлбэрээр ашигласан, мөн аль ч эцсийн хэрэглэгч буруу ойлголцох талаар хариуцлага хүлээхгүй болно.
4. Олон улсын тогтсон хэлбэрийг дэмжих зорилгоор IEC Үндэсний хороо нь үндэсний болон бүс нутгийн стандартыг аль болох дээд хэмжээнд тусгаж, ОУЦТК-ын олон улсын стандартыг хэрэгжүүлэх үүрэг хүлээнэ. IEC стандартын болон холбогдох үндэсний болон бүс нутгийн стандартын хооронд аливаа зөрүүтэй асуудлыг сүүлийн хувилбарт тодорхой заасан байх ёстой.
5. ОУЦТК өөрөө тохирлын гэрчилгээ олгохгүй. Бие даасан баталгаажуулалтын байгууллагууд нь тохирлын үнэлгээний үйлчилгээ үзүүлдэг ба зарим газарт IEC-ийн тохирлын тэмдгийг ашиглах боломжтой байдаг. IEC нь бие даасан сертификатын байгууллагаас явуулж буй аливаа үйлчилгээнд хариуцлага хүлээхгүй.
6. Бүх хэрэглэгчид нь энэ хэвлэлийн хамгийн сүүлийн хувилбартай буй эсэхийг нягтлах шаардлагатай.
7. Ямар ч хариуцлага IEC болон түүний захирлууд, ажилтан, албан хаагчид буюу төлөөлөгчдийн бие даасан шинжээч, IEC техникийн болон үндэсний хороод, хувийн ямар ч гэмтэл, үл хөдлөх хөрөнгийн хохирол болон ямар нэгэн шинж чанарын бусад хохирлын хариуцлагыг хүлээх үүрэг хүлээгээгүй, түүн дотроо шууд буюу шууд бус байдлаар, мөн үндэсний хорооны гишүүн, түүний дотор байгаа эсэхийг , мөн аливаа ОУЦТК хэвлэл нийтлэл болон бусад ОУЦТК-ын хэвлэл ашиглалттай холбогдон гарсан зардал (хууль эрх зүйн хураамж гэх мэт) болон бусад хэвлэлтэй холбоотой зардлыг хариуцахгүй болно.
8. Энэ хэвлэлд иш татсан Норматив ишлэлд анхаарлаа хандуулна уу. Иш татсан нийтлэлүүдийг ашиглах нь энэхїї нийтлэлийн зєв хэрэглээнд зайлшгїй шаардлагатай.
9. Энэхүү IEC хэвлэлийн зарим элементүүд нь патентын эрхийг хөндөх магадлалтай байж болохыг анхаарах. ОУЦТК нь патентын эрхийг аливаа буюу бүх эрхийг тодорхойлох үүрэг хүлээхгүй.

Олон улсын стандарт IEC 61362-г IEC техникийн хороо 4: Гидравлик турбин боловсруулсан.

Энэ хоёр дахь хэвлэл нь 1998 онд хэвлэгдсэн анхны хэвлэлийг хүчингүй болгож, оронд нь орлуулсан юм. Энэ нь техникийн засвар юм. Сүүлийн арав гаруй жилийн хугацаанд хөтөчтэй танилцсан туршлага, түүнчлэн үндсэн технологийн урлагт ахиц дэвшил гарсан.

Энэхүү стандартын текст нь дараах баримт бичгүүдэд үндэслэв:

|  |  |
| --- | --- |
| FDIS | Report on voting |
| 4/270/FDIS | 4/272/RVD |

Энэхүү стандартыг батлахын тулд санал хураалтын талаарх бүрэн мэдээллийг дээрх хүснэгтэд заасан саналыг харна уу.

Энэхүү нийтлэлийг ОУСБ / ОУЦТК-ын Удирдамжийн 2-р хэсэгт заасны дагуу боловсруулав.

Хороо энэ нийтлэлийн агуулга тодорхой нийтлэлтэй холбоотой өгөгдлүүд доторх <http://webstore.iec.ch> гэсэн ОУЦТК-ийн вэб сайт дээр заасан тогтвортой огноо хүртэл өөрчлөгдөхгүй, хадгалагдаж байхаар шийдвэрлэсэн. Энэ хугацаанд нийтлэгдэх материал нь

* дахин баталгаажуулагдсан.,
* Буцаагдсан,
* хянан засварласан нийтлэлээр байхгүй болсон, эсвэл
* нэмэлт өөрчлөлт оруулсан /шинэчлэгдсэн/

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

––––––––––––

**GUIDE TO SPECIFICATION OF HYDRAULIC TURBINE GOVERNING SYSTEMS**

FOREWORD

1. The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as “IEC Publication(s)”). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non- governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
2. The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
3. IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
4. In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
5. IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
6. All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
7. No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
8. Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
9. Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 61362 has been prepared by IEC technical committee 4: Hydraulic turbines.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 1998. It is a technical revision. It takes into account the experience with the guide during the last decade as well as the progress in the state of the art of the underlying technologies.

The text of this standard is based on the following documents:

|  |  |
| --- | --- |
| FDIS | Report on voting |
| 4/270/FDIS | 4/272/RVD |

Full information on the voting for the approval of this standard can be found in the report on voting indicated in the above table.

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC web site under ["http://webstore.iec.ch"](http://webstore.iec.ch/) in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

* reconfirmed,
* withdrawn,
* replaced by a revised edition, or
* amended.

УДИРТГАЛ

Хэдийгээр гидравлик турбины хяналтын системийг турших стандарт нь маш удаан хугацаанд байсан (1970 онд хэвлэгдсэн IEC 60308) ¹ боловч гидравлик турбин хяналтын системийн техникийн зааварчилгаа 1998 он хүртэл байгаагүй. Ийм зааварчилгааны хэрэгцээ хурдацтай хөгжиж, шинэ боломж, ялангуяа роторын эргэлтийн тпохируулгын дижитал бүрэлдэхүүн хэсгүүдтэй улам холбоотой болж байна.

Одоогийн ашиглаж байгаа хоёр дахь хэвлэл нь сүүлийн арваад жилийн менежментийн туршлага, мөн орчин үеийн технологийн дэвшлийн явцыг харгалзан үзсэн болно.

Эхний хэвлэлийн гарын авлагад нэмэлтээр туршилтын талаар оруулсан. Харин хоёр дахь хэвлэлд турбины удирдлагын тогтолцооны удирдамжийг тусгасан.

INTRODUCTION

While a standard for the testing of hydraulic turbine governing systems had been existing for a very long time (IEC 60308 published in 1970) ¹, a guide for the specification of hydraulic turbine governing systems was missing until 1998. The need for such a guide became more and more urgent with the fast development and the new possibilities especially of the digital components of the governor.

The current second edition of the guide takes into account the experience with the guide during the last decade as well as the progress in the state of the art of the underlying technologies.

While the first edition was written more or less as a supplement to the already existing guide for testing, the objective of the second edition is to be the leading guide with respect to turbine governing systems.

МОНГОЛ УЛСЫН СТАНДАРТ

Ангилалтын код

|  |  |
| --- | --- |
| **ГИДРАВЛИК ТУРБИНЫ РОТОРЫН ЭРГЭЛТИЙГ ТОХИРУУЛАХ СИСТЕМИЙГ ТОДОРХОЙЛОХ ГАРЫН АВЛАГА** | MNS IEC 61362:2021 |
| **GUIDE TO SPECIFICATION OF HYDRAULIC TURBINE GOVERNING SYSTEMS** | IEC 61362:2012  Edition 2.0 2012-04 |

Стандарт хэмжил зүйн газрын даргын 2021 оны … дугаар сарын ... -ны өдрийн ... дугаар тогтоолоор батлав.

Энэ стандартыг 2021 оны ... дүгээр сарын ...-ний өдрөөс эхлэн дагаж мөрдөнө.

|  |  |
| --- | --- |
| 1. Хамрах хүрээ   Энэхүү олон улсын стандарт нь гидравлик турбины роторын эргэлтийг тохируулах системийг тодорхойлоход шаардагдах техникийн өгөгдлүүдийг багтааж, тэдгээрийн гүйцэтгэлийг тодорхойлоход оршино. Энэ нь техникийн бүтцийн тодорхойлолт, техникийн өгөгдлүүдийн холбогдох параметрүүдийг нарийвчлан сонгох, тэдгээрийг нэгтгэх зорилготой мөн техникийн талын баталгааг бий болгох үндэс суурь болно.  Энэ стандартын хамрах хүрээ нь турбины роторын эргэлтийг тохируулах түвшинд хязгаарлагдана. Түүнчлэн нэмэлтээр үйлдвэрлэлийн түвшний хяналтын аргачлал, анхан шатны болон хоёрдогч давтамжийн хяналт (Хавсралт В-г үзнэ үү) -ыг бүрэн гүйцэд алдаа мадаггүй дуусгах тал дээр илүү сайн ойлголт авах зорилгоор хийсэн зарим тайлбарыг багтаасан.  Гарын авлагад тусгагдсан чухал сэдвүүд нь:   * давхар зохицуулалт бүхий шууд үйлчлэлийн болон импульсийн төрлийн машинуудын хурд, эрчим хүч, усны түвшин, нээлтийн болон урсцын (зарцуулгын) хяналт; * эрчим хүчийг ханган нийлүүлэх; * онцгой байдлын унтраалтын аюулгүй байдлын төхөөрөмж гэх мэт.   Техникийн тодорхойломжийг нарийвчлан гаргахад энэ гарын авлагад өгөгдлийн хуудас дагалдана. Үүнийг төсөл болон гэрээний янз бүрийн үе шатанд захиалагч ба нийлүүлэгчийн зүгээс бөглөнө.  Хүлээн зөвшөөрөх шалгалт туршилт, тэдгээрийг гүйцэтгэх журам ба баталгаа зэрэг нь энэхүү гарын авлагад хамаарахгүй; Эдгээр сэдэв нь IEC 60308-д хамаарна.   1. Норматив эшлэл   Дараах баримт бичгийг бүхэлд нь буюу хэсэгчлэн, энэ баримт бичигт нормативаар багтаасан бөгөөд түүнийг ашиглахад зайлшгүй шаардлагатай. Он заасан эшлэлд зөвхөн дурдагдсан хэвлэлийг ашиглана. Он заагаагүй эшлэлийн хувьд иш татсан баримт бичгийн хамгийн сүүлийн хэвлэл (аливаа нэмэлт өөрчлөлтийг оруулаад) хэрэглэнэ.  IEC 60050-351: 2006, *Олон улсын цахилгаан техникийн хэллэг - 351-р хэсэг: Хяналтын технологи*  IEC 60068-2-6: 2007, *Байгаль орчны сорилт - 2-6-р хэсэг: Туршилт - Туршилт Fc: ,*  IEC 60068-2-27:2008, *Байгаль орчны туршилт - 2-27-р хэсэг: Туршилт - Туршилт ба удирдамж: Шок*  IEC 60308: 2005, *Гидравлик турбин - Хяналтын системийг турших*  IEC 61000-4-1: 2006, *Цахилгаан соронзон нийлэмж (EMC) - 4-р хэсэг: Туршилт ба хэмжилтийн арга – IEC 61000-4 цуврал тойм*  CISPR 11: 2009, *Аж үйлдвэрийн, шинжлэх ухаан, эмнэлгийн тоног төхөөрөмж - Радио долгионы давтамжийн эмзэг байдал - Хэмжилт ба хэмжилтийн арга*  ISO 3448: 1992, *Аж үйлдвэрийн шингэн тосолгооны материал - ISO зууралдлын ангилал*   1. Нэр томьёо, тодорхойлолт, тэмдэг, нэгж   Энэ баримт бичигт дараах нэр томьѐо, тодорхойлолтыг хэрэглэнэ.  ТАЙЛБАР: Энэхүү гарын авлага нь IEC 60050-351-ийн нэр томьёо, тодорхойлолтыг аль болох өргөн хэрэглэдэг. Тодруулга авах зорилгоор энэхүү удирдамжид ашигласан функционалчилсан PID-удирдлагын хялбаршуулсан ялгаатай тэгшитгэлүүд болон шилжүүлэх функцуудыг А хавсралтад өгсөн болно. Удирдах системийн туршилтын зорилгоор IEC 60308-д нэмэлт тайлбарыг оруулсан болно.  **3.1 Ерөнхий нэр томьёо ба тодорхойлолт**  **3.1.1**  **турбины роторын эргэлтийг тохируулах систем**  Гидравлик турбины роторын эргэлтийг тохируулах (роторын эргэлтийг тохируулах, ажлын дугуйн ир, зүү, дефлекторын байрлал) техникийн тоног төхөөрөмжүүд  ТАЙЛБАР 1 Өнөөгийн нөхцөлд турбины роторын эргэлтийг тохируулах систем нь гидрийн хүчлүүрт тосны гидравлик болон электроникийн хэсгүүд болох "гидрийн тосны гидравлик удирдлага", "электрон удирдлага" -аас бүрдэнэ.  **3.2 Хяналтын түвшин ба хяналтын горимтой холбоотой нэр томьёо, тодорхойлолт**  **3.2.1**  **турбины роторын эргэлтийг тохируулах түвшин**  нэг турбины роторын эргэлтийг тохируулах системтэй шууд холбоотой хяналтын функц  ТАЙЛБАР 1: Оролтын дараах горим нь турбины роторын эргэлтийг тохируулах түвшинтэй холбоотой байна:  - хурдны хяналт;  - цахилгаан гаралтын хяналт;  - усны түвшний хяналт;  - нээлтийн хяналт;  -зарцуулгын хяналт (энэ гарын авлагад ашиглагдсан хугацааны урсац нь зарцуулгатай ижил утгатай байна).  2-р Тайлбар: Энэ стандартын хамрах хүрээ нь турбины роторын эргэлтийг тохируулах түвшинд хязгаарлагдана. Үүнээс гадна, үйлдвэрлэлийн түвшний хяналтын эргэх хяналтын аргачлал, анхан шатны болон хоёрдогч давтамжийн хяналт (Хавсралт В-г үзнэ үү) -ийг бүрэн гүйцэд мэдүүлэлгүйгээр илүү сайн ойлгохын тулд хийсэн зарим тайлбар.  **3.2.2**  **нэгжийн хяналтын түвшин**  турбины роторын эргэлтийг тохируулах, хүчдэлийн зохицуулалт, эхлэх цэгийн дараалал гэх мэт нэг нэгжийн ерөнхий хяналт (турбин, генератор, нэгжийн туслах хэсгүүд) -тай шууд холбоотой хяналтын чиг үүргүүд хамаарна.  **3.2.3**  **станцын хяналтын түвшин**  олон тооны нэгжийн хяналтыг станцын хэмжээнд нэгэн зэрэг хийгдэх нэгдсэн хяналттай холбоотой хяналтын чиг үүргүүд  Тайлбар 1: Нэгж болон нийт станцын хяналтын үйл ажиллагаанд турбины роторын эргэлтийг тохируулах систем нь түүний нэгж, станцын хяналтын түвшний горим, ажиллагааны тавилуудаас хамаарч хийгдэнэ.  **3.2.4**  **сүлжээний хяналтын түвшин**  сүлжээний ерөнхий хяналттай холбоотой хяналтын чиг үүрэг  Тайлбар 1: Хэрэв шаардлагатай бол турбины роторын эргэлтийг тохируулах систем нь анхдагч ба / эсвэл хоёрдогч давтамжийн хяналтын горим дээр сүлжээг хянах ажиллагаанд оролцдог (Хавсралт В-г үзнэ үү).  **3.3 Хяналтын онолоос авсан нэр томьёо ба тодорхойлолт**  **3.3.1**  **дифференциал тэгшитгэл**  хугацааны мужийн системийн динамик тогтолцоог дүрслэн тайлбарласан тэгшитгэл, Хавсралт А-д үзүүлсэн  **3.3.2**  **түр зуурын хариу үйлдэл**  системийн хариу (гаралт) оролтыг алхам алхмаар өөрчлөх  **3.3.3**  **давтамжийн хариу үйлдэл**  дөрөв дэх хувиргалтыг ашиглан дифференциал тэгшитгэлээс гарган авсан дохионы синусойд өөрчлөгдөхөд шугаман байдлын тогтолцооны динамик хариу өгөх  **3.3.4**  **шилжүүлэх функц**  шугаман төлөвтэй системийн динамик хариунд дифференциал тэгшитгэлээс гарган авсан дохионы дурын өөрчлөлтөд Laplace-ийн өөрчлөлтийг ашиглана  **3.4 Индекс ба олонлог** | 1. **Scope**   This International Standard includes relevant technical data necessary to describe hydraulic turbine governing systems and to define their performance. It is aimed at unifying and thus facilitating the selection of relevant parameters in bidding specifications and technical bids. It will also serve as a basis for setting up technical guarantees.  The scope of this standard is restricted to the turbine governing level. Additionally some remarks about the control loops of the plant level and about primary and secondary frequency control (see also Annex B) are made for better understanding without making a claim to be complete.  Important topics covered by the guide are:   * speed, power, water level, opening and flow (discharge) control for reaction and impulsetype turbines including double regulated machines; * means of providing actuating energy; * safety devices for emergency shutdown, etc.   To facilitate the setting up of specifications, this guide also includes data sheets, which are to be filled out by the customer and the supplier in the various stages of the project and the contract.  Acceptance tests, specific test procedures and guarantees are outside the scope of the guide; those topics are covered by IEC 60308.   1. **Normative references**   The following documents, in whole or in part, are normatively referenced in this document and are indispensable for its application. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.  IEC 60050-351:2006, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 351: Control technology*  IEC 60068-2-6:2007, *Environmental testing – Part 2-6: Tests – Test Fc: Vibration (sinusoidal)*  IEC 60068-2-27:2008, *Environmental testing – Part 2-27: Tests – Test Ea and guidance: Shock*  IEC 60308:2005, *Hydraulic turbines – Testing of control systems*  IEC 61000-4-1:2006, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-1: Testing and measurement techniques – Overview of IEC 61000-4 series*  CISPR 11:2009, *Industrial, scientific and medical equipment – Radio-frequency disturbance characteristics – Limits and methods of measurement*  ISO 3448:1992, *Industrial liquid lubricants – ISO viscosity classification*     1. **Terms, definitions, symbols and units**   For the purposes of this document, the following terms and definitions apply.  NOTE This guide uses as far as possible the terms and definitions of IEC 60050-351. For clarification, the simplified differential equations and transfer functions of the idealized PID-controllers as used in this guide are given in Annex A. Additional reference is made to IEC 60308 for purposes of tests of governing systems.  **3.1 General terms and definitions**  **3.1.1**  **turbine governing system**  technical equipment governing the opening (guide vane, runner blade, needle, deflector position) of hydraulic turbines  Note 1 to entry At the present state of the art, the turbine governing system consists of an oil hydraulic and an electronic part, the "oil hydraulic governor" and the "electronic governor".  **3.2 Terms and definitions related to control levels and control modes**  **3.2.1**  **turbine governing level**  control functions directly related to the governing system of a single turbine  Note 1 to entry The following control modes are related to the turbine governing level:  − speed control;  − power output control;  − water level control;  − opening control;  − flow control (the term flow used in this guide has the same meaning as the term discharge).  Note 2 to entry The scope of this standard is restricted to the turbine governing level. Additionally some remarks about the control loops of the plant level and about primary and secondary frequency control (see Annex B) are made for better understanding without making a claim to be complete.  **3.2.2**  **unit control level**  control functions directly related to the overall control of a single unit (turbine, generator, unit auxiliaries) including turbine governing, voltage regulation, start-stop-sequencing etc.  **3.2.3**  **plant control level**  control functions related to the overall control of a whole plant including the control of several units  Note 1 to entry In automatic unit and plant control operation, the turbine governing system gets its modes and setpoints from the unit and plant control level.  **3.2.4**  **grid control level**  control functions related to the overall control of the grid as a whole  Note 1 to entry If required the turbine governing system participates in grid control over the primary and/or secondary frequency control mode (see Annex B).  **3.3 Terms and definitions from control theory**  **3.3.1**  **differential equation**  equation describing the dynamic system behavior in the time-domain, as shown in Annex A  **3.3.2**  **transient response**  system response (output) to a step change of the input  **3.3.3**  **frequency response**  dynamic response of the linearized system to a sinusoidal change of the input signal derived from the differential equation by applying the Fourier transformation  **3.3.4**  **transfer function**  dynamic response of the linearized system to an arbitrary variation of the input signal derived from the differential equation by applying the Laplace transformation  **3.4 Subscripts and prefixes** |
| |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | **Дэд зүйл** | **Нэр томьёо** | **Тодорхойлолт** | **Тэмдэг** | **Нэгж** | | 3.4.1 | хэвийн, тооцоот | индекс нь системийн хэвийн үйлдлийн цэгийг заана | r | - | | 3.4.2 | Хамгийн их болон бага хэмжээ | аливаа нэр томьёоны хамгийн их ба хамгийн бага утга бүхий индекс | max.  min. | - | | 3.4.3 | Хазайлт | тогтмол төлөвийн утгад харьяалагдах аливаа нэр томьёоны хазайлт | ∆ | - | | 3.4.4 | Чиглүүлэгч далбан | индексийг чиглүүлэгч далбангийн байрлалд холбох тоо хэмжээ | ga | - | | 3.4.5 | Ажлын дугуй | индексийг тоо хэмжээг яаж байршуулахыг холбох индекс | ru | - | | 3.4.6 | Зүү | индекс хэмжигдэхүүнийг зүүгээр нь байршуулна | ne | - | | 3.4.7 | Дефлектор | Дефлекторын байрлалд индексийг нэгтгэх тоо хэмжээ | de | - |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | **Sub-clause** | **Term** | **Definition** | **Symbol** | **Unit** | | 3.4.1 | rated | subscript indicating the rated operation point of the system | r | - | | 3.4.2 | maximum  minimum | subscript indicating maximum or minimum values of any term | max.  min. | - | | 3.4.3 | deviation | deviation of any term from a steady-state value | ∆ | - | | 3.4.4 | guide vanes | subscript associating a quantity to guide vane position | ga | - | | 3.4.5 | runner | subscript associating a quantity to runner blade position | ru | - | | 3.4.6 | nozzle | subscript associating a quantity to needle position | ne | - | | 3.4.7 | deflector | subscript associating a quantity to deflector position | de | - | | |

|  |  |
| --- | --- |
| **3.5 Үйлдвэрлэл болон турбины машинтай холбоотой нэр томьёо, тодорхойлолт** | **3.5 Terms and definitions related to the plant and the machines** |
| |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | **Дэд зүйл** | **Нэршил** | **Тодорхойлолт** | **Тэмдэг** | **Нэгж** | | 3.5.1 | Машины тодорхой энерги | Машины өндөр ба нам даралтын хэсгүүдийн хоорондох гидравлик усны тодорхой энерги | *E* |  | | 3.5.2 | Турбины напор | H = E / g, E гэсэн тодорхойлолт 3.5.1-ийг үзэх, g = таталцлын улмаас 9.81 (далайн түвшинд) | *H* | m | | 3.5.3 | Урсац | системийн эд ангиудаар нэгж хугацаанд урсан өнгөрөх усны хэмжээ | *Q* |  | | 3.5.4 | Эргэлтийн хурд | Нэгж хугацаан дахь хувьсалтын тоо | *n* |  | | 3.5.5 | давтамж | Секундийн хувьслын циклийн тоо | *f* | Hz | | 3.5.6 | Генераторын гаралтын чадал | Генераторын гаргалга дээрх чадлын хэмжээ |  | W | | 3.5.7 | массын инерцийн момент | Маховикны бүтээмжийн тооцооллын инерцийн момент./4 =  (M = масс, D = эргэлдэх диаметр,  R = эргэлдэх радиус) | *I* |  | | Нэгжийн эргэлтийн хурд нь ихэвчлэн ашиглагддаг. | | | | |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | **Subclause** | **Term** | **Definition** | **Symbol** | **Unit** | | 3.5.1 | Specific energy of machine | specific energy of hydraulic water available between the highand  low-pressure side sections of the machine | *E* |  | | 3.5.2 | Turbine head | H = E / g, definition of E, see 3.5.1 ,g = acceleration due to gravity 9.81 (at sea level) | *H* | m | | 3.5.3 | Flow | volume of water per unit time flowing through any section in  the system | *Q* |  | | 3.5.4 | Rotational speed | Number of revolutions per unit time | *n* |  | | 3.5.5 | Frequency | cycles per second | *f* | Hz | | 3.5.6 | Generator power output | generator power measured at generator terminals |  | W | | 3.5.7 | Moment of inertia of mass | moment of inertia for calculation of fly-wheel effect../4 =  (M = mass, D = diameter of gyration,  R = эradius of gyration) | *I* |  | | The unit rpm is frequency used. | | | | | | |

|  |  |
| --- | --- |
| **3.6 Роторын эргэлтийг тохируулах** **системийн тогтолцоонд хамаарах нэр томьёо, тодорхойлолт** | **3.6 Terms and definitions relating to the governing system** |
| |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | **Дэд зүйл** | **Нэршил** | **Тодорхойлолт** | **Тэмдэг** | **Нэгж** | | 3.6.1 | Хяналтын хувьсагчид | Хяналтын хувьсагчууд нь хурд n, чадлын гаралт *P*G, усны түвшин h, үйл ажиллагааны нээлт y, урсац Q:  - үнэмлэхүй, хэмжээст утга  - тогтвортой төлөвийн утгаас хазайлт, x = ∆X / Xr  эргэлтийн хурд  Чадлын гаралт  Усны түвшин  Нээлт  Урсац | X  X  Xn  Xp  Xh  Xy  Xq | var.  -  -  -  -  -  - | | 3.6.2 | Дохио сигналууд | Гаднаас зохицуулалтаар тохируулж болох дохио:  - үнэмлэхүй, хэмжээст утга  - тогтмол төлөвийн утгын харьцангуй хазайлт, c = ∆C / Cr  эргэлтийн хурд  чадлын гаралт  нээлт  усны түвшин | C  c  cn  Cp  ch  cy  Cq | var.  -  -  -  \_  - | | 3.6.3 | Сервоторын зам | Сервомоторын тусламжтайгаар чиглүүлэгч далбан/ ажлын дугуй / зүү / дефлекторын гүйх зам  - үнэмлэхүй утга  - тогтмол төлөвийн утгын харьцангуй хазайлт, y = ∆Y / Ymax | Y  y | M  - | | 3.6.4 | Хяналттай хувьсагчийн тохируулга | тохируулгын хувьсагчийг (хурдыг хянах хурдны эргэлтийн хурд, эсвэл хяналтын түвшин дэх усны түвшин) тохируулах хязгаарыг тогтвортой бууралтын дундаж тохируулгын тусламжтайгаар тохируулна (3.6.8 ба 5.3.2-ыг үзэх):  - Y / Ymax = 0-ийн хяналттай хувьсагчийн хамгийн их утга  - Хяналттай хувьсагчийн хамгийн бага утга  Y / Ymax = 1.0  1-р зургийг ХАРНА УУ |  | - |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | **Sub- clause** | **Term** | **Definition** | **Symbol** | **Unit** | | 3.6.1 | Controlled variable | variable which has to be controlled as speed *n*, output *P*G, water level *h*, servoposition opening *y*, flow *Q*:   * absolute, dimensional value * relative deviation from a steady-state value, *x =* *X*/*X*r   rotational speed  power output  water level  opening flow | X  X  Xn  Xp  Xh  Xy  Xq | var.  -  -  -  -  -  - | | 3.6.2 | Command signal | a signal which can be set by an external adjustment:   * absolute, dimensional value * relative deviation from a steady-state value, *c* = *C*/*C*r   rotational speed  power output  water level  opening flow | C  c  cn  Cp  ch  cy  Cq | var.  -  -  -  \_  - | | 3.6.3 | Servomotor stroke | stroke of the main servomotor which moves the guide vane/runner blades/needles/deflectors   * absolute value * relative deviation from a steady-state value, *y* = *Y/Y*max   Note 1 to entry The effective max. servomotor stroke *Y*max has to be defined between customer and supplier. | Y  y | M  - | | 3.6.4 | Controlled variable range | adjusting range for the setting of a controlled variable (rotational speed in speed control, or water level in level  control) with an average setting of the permanent droop, if applicable (see 3.6.8 and 5.3.2):  - maximum value of the controlled variable for Y/Ymax = 0  - minimum value of the controlled variable for Y/Ymax = 1,0  SEE: Figure 1 |  | - | | |

|  |  |
| --- | --- |
|  | |
| **1-р зураг – Хувьсагчийн хяналтын хүрээ** | **Figure 1 – Controlled variable range** |
| |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | **Дэд зүйл** | **Нэршил** | **Тодорхойлолт** | **Тэмдэг** | **Нэгж** | | 3.6.5 | **Электрон роторын эргэлтийг тохируулах** **гаралтын дохио** | Электрон роторын эргэлтийг тохируулах гаралтын дохио = дараах серво-байршуулагчийн оролтын дохио  Тогтвортой төлөвийн утгын харьцангуй хазайлт | s | - | | 3.6.6 | **Туршилтын удирдлагатай серво-байршуулагчийн гаралтын дохио** | Туршилтын удирдлагатай серво-байршуулагчийн гаралтын дохио = дараах үндсэн серво-байршуулагчийн оролтын дохио  Тогтвортой төлөвийн утгын харьцангуй хазайлт | Sv | - | | 3.6.7 | **Бууралтын график** | Сервомоторын харьцангуй гүйдлийн зам, харьцангуй чадлын гаралтын харьцангуй хяналттай хувьсагч (хурд n / nr, эсвэл зарим тохиолдолд усны түвшин H / Hr) хоорондын хамаарлыг харуулсан график  ХАРНА УУ: 2-р зургийг |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | **Sub-clause** | **term** | **Definition** | **Symbol** | **unit** | | 3.6.5 | **electronic governor output signal** | output signal at the electronic governor = input signal of the following servo-positioner  Relative deviation from a steady-state value | s | - | | 3.6.6 | **output signal of a pilot servo- positioner** | output signal of a pilot servo-positioner = input signal of the following main servo-positioner  Relative deviation from a steady-state value | Sv | - | | 3.6.7 | **droop graph** | a graph showing the relationship between a relative controlled  variable (speed *n*/*n*r, or in some cases water level *H*/*H*r) as a function of the relative servomotor stroke or the relative power  output under steady-state conditions  SEE: Figure 2 |  |  | | |
|  | |
| **2-р зураг – Тогтвортой бууралт** | **Figure 2 – Permanent droop** |
| |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | **Дэд зүйл** | **Нэршил** | **Тодорхойлолт** | **Тэмдэг** | **Нэгж** | | 3.6.8 | **Тогтвортой бууралт** | бууралтын графикийн налуу (Зураг 2-г харах):  - үйл ажиллагааны тодорхой цэг дээр,  - бууралтын графикийн төгсгөлийн утгуудаар тодорхойлогдоно | bp  bs | %  % | | 3.6.9 | **Пропорциональ үйл ажиллагааны коэффициент\*3** | идеалчлагдсан PID-хянагчийн алхмын хариугаар тодорхойлогдсон пропорциональ хэлбэлзэл. bp = 0, KD = 0 ба оролтын дохио x = 1  3-р зургийг ХАРНА УУ | kp | - | | a IEC 60050-351-д заасны дагуу. | | | | |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | **Sub-clause** | **term** | **Definition** | **Symbol** | **unit** | | 3.6.8 | **permanent droop** | slope of the droop graph (see Figure 2):   * at a specific point of operation, * defined by the end values of the droop graph | *b*p *b*s | %  % | | 3.6.9 | **proportional action**  **coefficient**a | proportional amplification, defined by the step response of an idealized PID-controller with *b*p = 0, *K*D = 0 and input signal *x* = 1  SEE: Figure 3 | *K*p | – | | \* In accordance with IEC 60050-351. | | | | | | |
|  | |
| **3-р зураг – Пропорциональ үйл ажиллагааны коэффициент ба интеграл үйл ажиллагааны хугацаа** | **Figure 3 – Proportional action coefficient and integral action time** |
| |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | **Дэд зүйл** | **Нэршил** | **Тодорхойлолт** | **Тэмдэг** | **Нэгж** | | 3.6.10 | салшгүй үйл ажиллагааны хугацаа | идэвхтэй PID хянагчийн салшгүй үйл ажиллагааны цаг хугацааны тогтмол. Зэрэгцээ бүтцийн PID удирдлагууд -ийг дахин тохируулах хугацааг гэж тодорхойлдог ба нь хянагчийн алхамын муруйн налууг = 0, = 0, оролтын дохио x = 1  3-р зургийг ХАРНА УУ |  | s | | 3.6.11 | үүсмэл үйл ажиллагааны хугацаа | зохистой PID хянагчийн дериватив арга хэмжээний цаг хугацааны тогтмол. Дамжуулах функц ( - p) нь зөвхөн дамжуулалтын функц өөрөөр хэлбэл эхний эрэмбийн элементийн хоцрогдлоор үржигддэг деривативын тусламжтайгаар бараг л хэрэгжиж болох юм.  Зураг 4-т пропорциональ ба салшгүй утгатай PID хянагчийн ийм дамжуулалтын функцийг алхам алхмаар харуулав.  Т-ийн бага утгуудын хувьд дараах ойролцоо утгыг хэрэглэнэ: |  | s | | a Цагийн дахин тохируулалтыг -ээр тодорхойлж болно үйл ажиллагааны коэффициент = 1 / (IEC 60050-351-ийг үз).  b Дамжуулалтын хугацаа нь = / зэрэгцээ бүтэцтэй PID хянагчуудаар тодорхойлогддог. Дериватив үйлдлийн коэффцент Kd = TD (IEC 60050-351-ийг үз).  c Хоёр дахь дарааллын саатлын элемент бас хэрэгждэг. | | | | |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | **Sub-clause** | **term** | **Definition** | **Symbol** | **unit** | | 3.6.10 | **integral action time**a | time constant of the integral action of an idealized PID- controller. The reset time *T*i in parallel structured PID-  controllers is defined by *T*i = *T*I  *K*p and *K*p/*T*i corresponds to  the slope of the controller step response curve with *b*p = 0,  *K*D = 0 and input signal *x* = 1  SEE: Figure 3 | *T*I | s | | 3.6.11 | **derivative**b **action time** | time constant of the derivative action of an idealized PID- controller. The transfer function (*T*D ** p) can practically be realized only approximately by a *DT*1 transfer function, i.e. a  derivative term multiplied by a first-order lag elementc :  The step response of such a transfer function of an idealized PID-controller, the proportional and integral term being zero, is shown in Figure 4.  For small values of *T*1D the following approximation applies:  *T*D *= K*1D * T*1D | *T*D | s | | a Reset time can also be defined by *T*i = *K*p/*K*I with integral action coefficient *K*I = 1/*T*I (see IEC 60050-351).  b Rate time is defined in parallel structured PID-controllers by *T*d = *K*D/*K*p, with derivative action coefficient  *K*D= *T*D (see IEC 60050-351).  c Realization also by second-order lag element possible. | | | | | | |

|  |  |
| --- | --- |
|  | |
| **4-р зураг – Уламжлалт хугацааны тогтмол** | **Figure 4 – Derivative time constant** |
| |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | **Дэд зүйл** | **Нэршил** | **Тодорхойлолт** | **Тэмдэг** | **Нэгж** | | 3.6.12 | хөдөлгөөн хийж эхлэх хүртэлх үр ашиггүй хугацаа | Хяналттай хувьсагчийн өөрчлөлтийг ямар нэгэн хяналтын үйл ажиллагаанд хүргэхгүйн тулд хоёр утгын хоорондын хамгийн их зурвасын өргөн  5-р зургийг ХАРНА УУ | *i*x | s | | 3.6.13 | мэдрэмжгүй байдал | Хөдөлгөөн хийж эхлэх хүртэлх үр ашиггүй хугацааны хагас | *i*x/2 | - |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | **Sub-clause** | **term** | **Definition** | **Symbol** | **unit** | | 3.6.12 | **dead band** | the maximum band between two values inside of which the variation of the controlled variable does not cause any governing action  SEE: Figure 5 | *i*x | – | | 3.6.13 | **insensitivity** | one-half of the dead band | *i*x/2 | – | | |
|  | |
| **5-р зураг - Хөдөлгөөн хийж эхлэх хүртэлх үр ашиггүй хугацаа** | **Figure 5 - Dead band** |
| |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | **Дэд зүйл** | **Нэршил** | **Тодорхойлолт** | **Тэмдэг** | **Нэгж** | | 3.6.14 | **хамгийн бага серво-моторыг нээх / хаах хугацаа** | хамгийн их хурдтайгаар серво-моторын нэг бүтэн харвалтыг нээх / хаах хугацаа, гүйцэд суултын хугацааг тооцохгүй  6-р зургийг ХАРНА УУ  Тайлбар 1 сервомоторын нээлтийн болон хаалтын хамгийн бага хугацаа нь гидравлик дамжуулагчийн тооцооллын үр дүн. | *T*g, *T*f | s |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | **Sub-clause** | **term** | **Definition** | **Symbol** | **unit** | | 3.6.14 | **minimum servo- motor opening/ closing time** | the opening/closing time for one full servo-motor stroke at maximum velocity, cushioning times disregarded  SEE: Figure 6  Note 1 to entry Minimum servomotor opening and closing times are the result of hydraulic transient calculations. | *T*g, *T*f | s | | |
|  | |
| Тайлбар Нээлтийн/хаалтын хурдыг шаталсан тохиолдолд диаграмм ингэж харагдана  **6-р зураг – Серво-моторын хамгийн бага нээлтийн/хаалтын хугацаа** | Note In case of stepped opening/closing velocities a diagram may be provided  **Figure 6 – Minimum servomotor opening/closing time** |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | **Дэд зүйл** | **Нэр томьёо** | **Тодорхойлолт** | **Тэмдэг** | **Нэгж** | | 3.6.15 | Серво-моторын байршлын тогтмол хугацаа | муруйн налуугийн урвуу, серво-моторын хурдны d*y*/d*t* хурдны хяналтын хавхлагын *s*, *s*v -ийн байрлалын харьцангуй хазайлтыг *s*, *s*v = 1 (*s*, *s*v = 1 буцаах ороомгийн онолын харьцангуй хөдөлгөөнтэй холбоотой тэг байрлалаас)  7-р зургийг харна уу | *T*y | s |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | **Sub- clause** | **Term** | **Definition** | **Symbol** | **Unit** | | 3.6.15 | **time constant of the servo- positioner** | the reciprocal value of the slope of the curve showing the  servomotor velocity d*y*/d*t* as a function of the relative deviation of the position of the control valve, *s*, *s*v , from the zero  position related to *s*, *s*v = 1 (*s*, *s*v = 1 theoretical relative spool  stroke in the absence of feedback) | *T*y | s | | |
|  | |
| **7-р зураг – Серво-моторын байршлын тогтмол хугацаа** | **Figure 7 – Time constant of the servo-positioner** |
| |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | **Дэд зүйл** | **Нэр томьёо** | **Тодорхойлолт** | **Тэмдэг** | **Нэгж** | | 3.6.16 | серво-моторын байршлын алдаа | серво-моторын байршлын оролтын дохионы утга тогтмолоор өгөгдсөн тохиолдолд серво-моторын байршлын хамгийн их боломжит өөрчлөлт  8-р зургийг ХАРНА УУ | *i*a | - |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | **Sub- clause** | **Term** | **Definition** | **Symbol** | **Unit** | | 3.6.16 | servo-  positioner inaccuracy | the maximum possible change in the servomotor position which can occur for a given constant value of the input signal of the servo-positioner  SEE: Figure 8 | *i*a | – | | |

|  |  |
| --- | --- |
|  | |
| **8-р зураг – Серво-моторын байршлын алдаа** | **Figure 8 - Servo-positioner inaccuracy** |
| |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | **Дэд зүйл** | **Нэр томьёо** | **Тодорхойлолт** | **Тэмдэг** | **Нэгж** | | 3.6.17 | хяналтын системийн хөдөлгөөнд орох хүртэлх хугацаа | хурд эсвэл командын дохиогоор тодорхойлогдсон өөрчлөлтийн хоорондох завсар ба серво-моторын анхны хөдөлгөөн хоорондын хугацаа  9-р зургийг ХАРНА УУ | Tq | s |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | **Sub- clause** | **Term** | **Definition** | **Symbol** | **Unit** | | 3.6.17 | control system dead time | time interval between a specified change in speed or command signal and the first detectable movement of the servomotor  SEE: Figure 9 | *T*q | s | | |

|  |  |
| --- | --- |
|  | |
| **9-р зураг – Хяналтын системийн хөдөлгөөнд орох хүртэлх хугацаа** | **Figure 9 – Control system dead time** |
| |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | **Дэд зүйл** | **Нэр томьёо** | **Тодорхойлолт** | **Тэмдэг** | **Нэгж** | | 3.6.18 | Шаардагдах энергийн хэмжээ | хамгийн бага даралт PR = *E*R / *V*S -тай байх нөхцөлд нэг серво-моторын бүрэн явалтад шаардагдах энергийн хэмжээ | *E*R | N · m | | 3.6.19 | Сервомоторын тосны хэмжээ | шаардлагатай тосолгооны материалын тоо хэмжээ | *V*S | m3 | | 3.6.20 | газрын тосны эзлэхүүн | туршилтын цэг дэх даралтын савны гидрийн шингэний эзлэхүүн (*p*T ба pR-ийн хооронд, 20-р зургийг үзнэ үү) | *V*T | m3 | | 3.6.21 | Ашиглагдах тосны хэмжээ  (Зураг 20) | *p*o мин ба pR-ийн хооронд хийгдэх замын гидрийн шингэний хэмжээ | *V*u | m3 | | 3.6.22 | үлдэгдэл (ашиглах боломжгүй) газрын тосны эзлэхүүн  (Зураг 20) | бүрэн ачаалах цэгээс бүрэн хаагдах замын даралтын савны тосны хэмжээ | *V*res | m3 | | 3.6.23 | Загварын тооцоот даралт | тос агуулах даралтат савны загварын тооцоот даралт | *p*D | Paa | | 3.6.24 | Ажиллагааны тосны даралт | үйл ажиллагааны хэвийн нөхцөлд ажиллах тосны даралт | *p*o | Paa | | 3.6.25 | газрын тосны даралт | pT даралтыг хүлээн авч бүрэн хаагдах үед pR <pT <po <pD байна | *p*T | Paa | | 3.6.26 | Хамгийн бага ажлын даралт | тосны сервомоторын систем дэх хамгийн бага ажлын даралт | *p*R | Paa | | a Хэмжих нэгжийн самбарыг мөн ашиглана. | | | | |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | **Sub- clause** | **Term** | **Definition** | **Symbol** | **Unit** | | 3.6.18 | actuating energy | required energy for one servomotor stroke under the minimum required pressure pR = ER/VS | *E*R | N · m | | 3.6.19 | servomotor volume | oil volume of the servomotors | *V*S | m3 | | 3.6.20 | tripping oil volume | oil volume of the pressure tank at the tripping point (between *p*T and *p*R, see Figure 20) | *V*T | m3 | | 3.6.21 | usable oil volume  (Figure 20) | usable oil volume between *p*o min and *p*R | *V*u | m3 | | 3.6.22 | residual (not usable) oil volume (Figure 20) | oil volume of the pressure tank after a full-load shut-down from the tripping point | *V*res | m3 | | 3.6.23 | design oil pressure | design pressure of the oil pressure tank | *p*D | Paa | | 3.6.24 | operating oil pressure | operating oil pressure under normal operating condition | *p*o | Paa | | 3.6.25 | tripping oil pressure | when the tripping pressure *p*T is reached a shutdown is released, this implies *p*R  *p*T  *p*o  *p*D | *p*T | Paa | | 3.6.26 | minimum required pressure | minimum required pressure in the oil servo system | *p*R | Paa | | a The unit bar is also used. | | | | | | |

|  |  |
| --- | --- |
| **4 Хяналтын бүтэц**  **4.1 Ерөнхий зүйл**  Гидравлик турбины хяналтад янз бүрийн үүрэг даалгаврыг өөр өөр дарааллаар тодорхойлно. Хэрэгжилт нь удирдлагын тогтолцооны зарим ерөнхий бүтцийг бий болгож, улмаар дагаж мөрдөх ёстой зарим үндсэн дүрмүүдэд хүргэдэг.  Ийм ердийн схемийг тодруулга авах зорилгоор цуглуулдаг.  **4.2 Үндсэн хяналтын чиг үүрэг**  **4.2.1 Ерөнхий зүйл**  Гидравлик турбины хяналтад эдгээр хяналтын үндсэн функцүүд нь ялгагдах боломжтой.  - хурдны хяналт;  - гаралтын чадлын хяналт;  - усны түвшний хяналт;  - нээх болон  - урсгалын хяналт.  Зарим системд эдгээр хяналтын функцүүдийн хослолууд ч бас тохиолддог.  **4.2.2 Хурдны хяналт**  Хурдны хяналтын зорилго нь тогтмол давтамжийг хангах явдал юм. Үйл ажиллагааны янз бүрийн хэлбэрүүдэд энэ нь доор дурдсан зүйлийг илэрхийлнэ:  - зөвхөн нэг нэгж (жижиг сүлжээ) бүхий тусгаарлагдсан сүлжээний горимд, бодит хурдтай байх тул давтамж нь командын дохиог тохируулна; олон тооны нэгжүүдтэй (дундын сүлжээ) тусгаарлагдсан сүлжээний горимд хурд хянах систем нь давтамжийг тогтвортой бууралтаар зохицуулж, нэгж хоорондын хэлбэлзлээс зайлсхийхэд тусалдаг;  - Хурдны сүлжээний давтамжаар тодорхойлогдох сүлжээнд ажиллаж байх үед хурдны хяналт нь тогтвортой буурах, хяналтад байгаа системийн динамик үзүүлэлтүүдийг ашиглан сүлжээний давтамжийг зохицуулахад тусална;  - ачаалалгүй горимд (синхрончлол хийхээс өмнө, сүлжээнээс салсны дараа), бодит хурд нь командын дохиог эсвэл одоо байгаа сүлжээний давтамж нь бага зэрэг хазайлттай таардаг.  **4.2.3** **Гаралтын чадлын хяналт**  Тусдаа чадлын хяналттай цахилгаан гаралтын чадлын удирдлага нь сүлжээнд холбогдсон нэгжтэй хамт хэрэглэдэг бөгөөд түүний зорилго нь далангийн хэлбэлзлээс үл хамааран цахилгаан командын дохионы дагуу нэгжийн эрчим хүчний чадлын гаралтыг хянах явдал юм. Давтамжийн хэлбэлзлүүд нь чадлын түвшнийг тогтвортой бууруулснаар нэмэлт нөлөө үзүүлдэг.  Далангийн хэлбэлзлийн өөрчлөлтийг тооцохгүй тохиолдолд хаалттай гогцоонд гаралтын хяналт, өөрөөр хэлбэл цахилгаан гаралтын чадлын хянагч шаардлагагүй байж болох юм. Ийм тохиолдолд шулуутгасан шугамаар тохирох нээлтийн тооцоолол хангалттай (4.3.2-ыг үз). Энэ тохиолдолд мөн давтамжийн аливаа өөрчлөлтүүд нь байнгын хурдны бууралтаар чадлын түвшинд нэмж нөлөөлдөг.  **4.2.4** **Нээлтийн хяналт**  Нээлтийн хяналт нь үндсэн командын дохиогоор серво-моторыг нээдэг. Үндсэн хяналтын үйл ажиллагаанд хяналт тавих (жишээ нь, хурдны хяналт), эсвэл сүлжээний удирдлагын тодорхой ажиллагааны горим юм. Сүүлийн тохиолдолд ердийн тохиргоонд нэгжийн хяналтын системээс нээх цэгийн эргэн тойронд сүлжээний давтамж ба сервомоторын нээлтийн хоорондох хамаарлыг бий болгодог байнгын хурдны бууралт хамаарна; Энэ нь давтамжийн үйлдэл бүхий эрчим хүчний менежментийн шийдэл юм. Энэ нь орчин үеийн тоон хянагчийг ашиглахаас давуу шийдэл юм.  **4.2.5 Усны түвшний хяналт**  Голын урсцыг ашигладаг усан цахилгаан станцын хувьд голын дээд хэсгийн усны түвшнийг харьцангуй тогтмол байлгахын тулд ихэвчлэн тогтмол утгын хүрээнд тодорхой хязгаар дотор байлгах шаардлагатай байдаг. Усны түвшний хяналтыг ихэвчлэн цахилгаан станцын хяналтын системийн гадны хянагч ажиллуулдаг. Гэхдээ зарим тохиолдолд үүнийг турбин удирдах систем өөрөө удирдаж болно, ялангуяа сүлжээний давтамжийн хяналт шаардлагагүй бол удирдаж болно.  Эхний тохиолдолд гадны хянагчаар усны түвшнийг хянасан тохиолдолд, дотоод усны түвшний хянагч нь хоёрдогч хянагчаар ажилладаг. Үүний тулд энэ нь түвшний цэгэн түвшний буюу түвшний хязгаарлалтын утга бүхий усны түвшний хэмжилт ба тусгай алгоритмтай харьцуулахад турбин удирдах системийн гол хянагчийн командын дохиог өөрчилдөг (хурд, нээлтийн эсвэл тэжээлийн хянагч), дарааллаар усны түвшнийг хянана. Сүлжээний давтамжийг хянахын тулд тухайн нэгжийг оролцуулах тохиолдолд онцгой анхаарах хэрэгтэй бөгөөд энэ нь цаг агаарын байнгын давтамжийн хяналтыг хийхэд хангалттай урт байх ёстой. Дамжуулах системийн операторын шаардагдах сүлжээний кодоор шаардана.  Хоёр дахь тохиолдолд дотоод усны түвшин хянагч нь түвшин тогтоох түвшний буюу түвшний утгуудтай түвшний хэмжилтийг харьцуулж, хурдны хянагчийн нээлтийн хязгаарт шилжүүлэх дохиог өөрчилж болно. Хэрвээ цахилгаан станцад хэд хэдэн нэгж байгаа бол нэгж бүрийн ажиллагааны цэгийг засахын тулд түвшний нээлтийн бууралт (5.3.2-ыг харна уу) -ыг роторын эргэлт бүрт хэрэгжүүлнэ.  **4.2.6 Урсгалын хяналт**  Голын урсцыг ашигладаг усан цахилгаан станцын хувьд, ялангуяа гол мөрний урсцын хэд хэдэн дэс дараасалсан станцын хувьд (5.16.4-ыг үзнэ үү) холбогдох цахилгаан станц бүрийн турбинууд дахь урсгалыг хянах шаардлага гарч болно. Энэ зорилгын дагуу урсгалын хяналтын систем нь цахилгаан станцын хяналтын систем эсвэл турбины роторын эргэлтийг тохируулах системээр хэрэгжиж болно.  Аль ч тохиолдолд ердийн тохиргоо дараах байдалтай байна: урсгал хянагч урсгалын багц цэгтэй урсгалын "хэмжилт" ба урсгал урсгалын хяналтын алгоритмтай харьцуулан, командын байрлалыг серво-моторт, эсвэл үндсэн хянагчийн турбины роторын эргэлтийг тохируулах систем (хурд, нээлтийн буюу эрчим хүчний хянагч)-д хүргэнэ. Урсгал "хэмжих" нь ерөнхийдөө шууд бус хэмжилт юм, жишээ нь Каплан буюу булцуу турбинуудын хувьд чиглүүлэгч хавхлагийн нээлтийн онцлог шинжийг ашиглан тооцоолсон оргил хэмжээнээс хамаарах шаардлагатай.  Пелтон турбины хувьд урсгал нь зүү бүрийн байрлал болон оргил хэмжээснээс тооцоолж болно.  Сүлжээний давтамжийг хянах нэгжийг оролцуулаад анхаарлаа хандуулах шаардлагатай бол урсгалын хяналт нь анхдагч давтамжийг хянах үйл ажиллагааг зөвшөөрөхийн тулд урсгалын хяналтыг хангалттай урт хугацаагаар ДСО (дамжуулах системийн оператор) холбогдох сүлжээний кодын дагуу ирэхийг хүлээнэ. Энэ тохиолдолд урсгалын тохируулгын цэг ба "хэмжсэн" урсгалын хоорондох зөрүүг ашиглан "давтамж урсгалын буурралт" урсдаг урсгалын хяналтыг шууд хэрэгжүүлэх нэг арга болно.  **4.3 Нэгдсэн хяналтын системийн тохируулга**  **4.3.1 Ерөнхий зүйл**  Хамтарсан системд хяналтын үйл ажиллагаа бүрийг тусдаа хянагчдад өгч болно. Гэсэн хэдий ч хянагчууд бүгд адилхан серво-моторын нээх байршлыг илэрхийлнэ.  Үүний үр дүнд горимуудын хооронд саадгүй шилжихэд анхаарал шаардана. Тусдаа хянагчуудын хувьд параметрүүдийг тохирох хяналтын хүрдний дагуу тохируулна. Усны түвшин, эрчим хүчний гаралтын хяналт гэх мэт нь ихэвчлэн тусгаарлагдсан сүлжээ дэх хурдны засвар үйлчилгээтэй зөрчилддөг. Хурдны хянагч нь аюулгүй байдлын шалтгаанаар, жишээлбэл, ачааллын татгалзсан тохиолдолд ашиглахыг үргэлжлүүлэн гүйцэтгэх болно.  **4.3.2 Зэрэгцээ бүтэц**  Хоёр хянагчийг зэрэгцээ байлгаж, нэг буюу хэд хэдэн серво-байрлалыг сонгогч эсвэл нийлбэр цэгээр дамжуулан ажиллуулна. Хэрэв сонгогч хэрэглэж байгаа бол энэ нь ихэвчлэн хамгийн их / хамгийн бага гэсэн утгыг агуулдаг.  Ачааллын татгалзсан тохиолдолд давтамжийг хянах хурдны гогцоо. Хэрэв нийлбэр цэгийг хэрэглэвэл сигнал шилжихээс зайлсхийж болох боловч чадлын хянагч (эсвэл бусад хянагч) нь хурдны хяналтыг нэмж нөлөөлж тогтвортой байдлыг хангахын тулд тавигдах ёстой.  10-р зурагт үзүүлсний дагуу тохируулга нь ихэвчлэн оргил ачааллын цахилгаан станцуудад ашиглагддаг. | **4 Control structure**  **4.1 General**  In the hydraulic turbine control, various tasks can be specified with varying priority. Realization leads to certain typical control system structures and in turn to some basic rules to be adhered to.  Such typical arrangements are compiled for clarification.  **4.2 Main control functions**  **4.2.1 General**  In hydraulic turbine control, these major control functions can be distinguished:  - speed control;  - power output control;  - water level control;  - opening, and  - flow control.  In some systems, combinations of these control functions also occur.  **4.2.2 Speed control**  The purpose of the speed control basically is to maintain constant frequency. In the various modes of operation this means that:  - in the isolated network mode with only one unit (small network), the actual speed and therefore the frequency corresponds to the command signal setting; in the isolated network mode with more than one unit (medium network), the speed control contributes to the frequency control through the permanent droop avoiding oscillation between the units;  - in the operation on the grid, where the speed is determined by the network frequency, the speed control contributes to the network frequency control through the permanent droop and the dynamic characteristics of the controlled system;  - in the no load mode (before synchronization and after separation from the network), the actual speed corresponds to the command signal or the existing network frequency with some small deviation.  **4.2.3 Power output control**  The power output control with a separate power controller is applied with the unit connected to the grid, its purpose is to control the power output of the unit according to a power command signal irrespective of head variations. Any frequency variations influence the power level additionally via the permanent droop.  It is noted that in the cases where head variations can be ignored, a closed loop power output control, i.e., a power output controller, may not be necessary. In such a case, the calculation of the appropriate opening via a linearization may suffice (see 4.3.2). In this case also, any frequency variations influence the power level additionally via the permanent speed droop.  **4.2.4 Opening control**  The opening control serves to position the opening of the servomotor according to an opening command signal, either as a follow-up control in master control operations (for example speed control) or as a specific operating mode in grid control. In that last case, the usual configuration includes the permanent speed droop, which creates the relationship between the frequency of the grid and the opening of the servomotor, around the opening set-point from the unit control system; it is an alternative solution for power control with frequency influence, which is the preferred solution using modern digital controllers.  **4.2.5 Water level control**  For run-of-the-river hydropower plants, it is often required to control the water level of the upper part of the river, in order to keep it relatively constant or inside a specified range around a fixed value. The corresponding water level control is usually operated by an external controller of the power plant control system. But in some cases, it can also be managed by the turbine governing system itself, especially if there is no need of grid frequency control.  In the first case, by using an external water level control, the water level controller operates as a secondary controller. For that, it compares a water level measurement with a level set-point or level limit values, and by a specific algorithm, modifies the command signal of the main controller of the turbine governing system (speed or opening or power controller), in order to control the water level. Attention should be paid, in case of participation of the unit to the frequency control of the grid, that time constant of the water level control has to be enough long, in order to allow the action of the primary frequency control, with a duration as required by the TSO (transmission system operator) according to the corresponding grid code.  In the second case, the internal water level controller also compares the level measurement with the level set-point or level limit values, and modifies the command signal to the servo- positioners, or to the opening limiter of the speed controller. If there are several units in the power plant, a level-opening droop (see 5.3.2) has to be implemented in each governor, in order to fix the operating point of each unit.  **4.2.6 Flow control**  For run-of-the-river hydropower plants, especially in case of several cascade power plants along a river (see 5.16.4), it can be required to control the flow across the different turbines in operation in the concerned power plant. With that objective, a flow control system can be implemented in the power plant control system or inside the turbine governing system.  In both cases, the usual configuration is as following: the flow controller compares a flow "measurement" with a flow set-point, and by a specific flow control algorithm, modifies the command signal to the servo-positioners or to the main controller of the turbine governing system (speed or opening or power controller). The flow "measurement" is generally an indirect measurement, i.e. calculated using characteristic curves from the runner blade opening (in case of Kaplan or bulb turbines) or from the guide vane opening, if necessary with a dependency on the measured head.  For Pelton turbines, the flow can be calculated from the position of each needle and the measured head.  In case of participation of the unit to the frequency control of the grid, attention should be paid that time constant of the flow control has to be long enough, in order to allow the action of the primary frequency control, with a duration as required by the TSO (transmission system operator) according to the corresponding grid code. In this case, another solution could be to implement a flow controller directly in place of the opening or power controller, with a “frequency-flow droop” using the difference between the flow set-point and the "measured" flow (calculated as above).  **4.3 Configurations of combined control systems**  **4.3.1 General**  In combined systems, each control function can be assigned to a separate controller. However, the controllers all actuate the same main servo-positioner through the opening setpoint.  Thereby, a bump-free switch-over between modes requires attention. In case of separate controllers, parameters shall be set according to the respective control loop. Water level and power output control, etc, are often incompatible with the maintenance of speed in an isolated network. The speed controller always remains functional for safety reasons, e.g., to take over in the case of a load rejection.  **4.3.2 Parallel structure**  Two controllers are arranged in parallel and actuate one or several servo-positioners via a selector or a summing point. If a selector is applied, it often includes a max./min. function for the speed control loop to prevail in the case of a load rejection.  If a summing point is applied, the switching of signals is avoided, but the power output controller (or other controller) influences speed control additionally and shall be set to ensure stability.  The configuration according to Figure 10 is often used in peak-load power stations. |
|  | |
| **10-р зураг - Хурд ба чадлын гаралтын хянагчтай зэрэгцээ ажиллах хяналтын систем**  11-р зургийн 4.2.3-т зааснаар хурдны тохируулагч ба чадлын командын дохиог тохируулах аргачлал. | **Figure 10 – Control system with speed and power output controllers in parallel**  Figure 11 shows an arrangement with speed controller and power command signal in parallel according to 4.2.3 |
|  | |
| **11-р зураг - Хурдны ба чадлын хянагчийн командын дохио нь зэрэгцээ ажиллах хяналтын систем**  12-р зурагт усны түвшний хянагчтай ижил төстэй арга хэмжээг харуулсан. | **Figure 11 – Control system with speed controller and power command signal in parallel**  Figure 12 shows a similar arrangement with water level controller. |
|  | |
| **12-р зураг - Хурдны хянагч болон усны түвшний хянагч нь зэрэгцээ ажиллах хяналтын систем**  **4.3.3 Цуврал бүтэц**  Чадлын гаралтын хянагч эсвэл усны түвшний хянагч хурдны хянагчийн өмнө ажиллана. тэдгээр нь хурдны дохионы тохируулагч (13-р зураг)-ыг, эсвэл нээлтийн хязгаарлагчийг үүргийг гүйцэтгэдэг (14-р зураг).  13-р зурагт чадлын гаралтын хяналтын төхөөрөмж нь хурдны тохируулагчийн сигналыг тохируулна. | **Figure 12 – Control system with speed controller and water level controller in parallel**  **4.3.3 Series structures**  Power output controller or water level controller precedes the speed controller. They actuate the speed signal setter of the speed controller (Figure 13) or the opening limiter (Figure 14).  In Figure 13 the power output controller actuates the speed signal setter of the speed controller. |
|  | |
| **13-р зураг – Чадлын гаралт ба хурдны хянагч нь цуваа ажиллах удирдах систем**  14-р зурагт усны түвшний хянагч хурдны хянагчийн нээлтийн хязгаарыг тогтооно. | **Figure 13 – Governing system with power output and speed controller in series**  In Figure 14 the water level controller actuates the opening limiter of the speed controller. |
|  | |
| **14-р зураг – Усны түвшний ба хурд хянагч нь цуваа ажиллах удирдах систем**  Усны түвшний хянагч, хурдны хянагчтай цуврал систем 13 ба 14-р зургийн тохиргоо нь энгийн жишээ юм. Гэсэн хэдий ч хурдны дохионы тохируулагч дээр ажилладаг чадлын гаралтын хянагчтай тохиргоо, эсвэл хурдны дохионы тохируулагч дээр ажилладаг усны түвшний хянагчтай. Чадлын гаралт болон усны түвшний хяналтын горимд хурд тохируулагч бас байдаг.  14-р зурагт үзүүлсэн тохиргоо нь суурин ачааллын станцуудад ихэвчлэн ашиглагддаг.  **4.3.4 Бусад тохиргоо**  **4.3.4.1 Чадлын гаралтын удирдлага нь хурдны хянагчаар дамжуулдаг (хариу өгөх дохио болгон танилцуулсан чадлын гаралт)**  Хяналтын горимуудын хоорондох өөрчлөлт нь бодит хурдны дохионоос бодит гаралтын дохио руу шилжих явдал юм (15-р зургийг харна уу). | **Figure 14 – Governing system with water level controller and speed controller in series**  The configurations of Figures 13 and 14 are typical examples. However, there are also configurations with the power output controller acting on the opening limiter of the speed controller or with the water level controller acting on the speed signal setter. In the power output and the water level control mode, the speed controller acts essentially as a positioner.  The configuration as per Figure 14 is often used in base-load power stations.    **4.3.4 Other configurations**  **4.3.4.1 Power output control via the speed controller (power output introduced as feedback signal)**  Changeover between control modes is by switching from actual speed signal to the actual power output signal (see Figure 15). |
|  | |
| **15-р зураг – Хурд хянагчаар дамжуулан чадлын гаралтын хянагч**  **4.3.4.2 Хурд хянагчгүй усны түвшний хянагч**  Энгийн тохиолдолд (жишээлбэл индукцийн нэгжийн хувьд) усны түвшний хянагч серво байрлуулагч дээр савлагчаар үйлчилдэг (16-р зургийг харна уу). | **Figure 15 – Power output control via the speed controller**  **4.3.4.2 Water level controller without speed controller**  In simple cases (for example in the case of induction units), the water level controller acts on the servo-positioner via a setter (see Figure 16). |
|  | |
| **16-р зураг - Хурд хянагчгүй усны түвшний хянагч**  **4.4 Серво-байрлалыг тохируулах**  Шаардлагатай эрчим хүчнээс хамаарч гол үйлчилгээ нь:  - цахилгаан гидравлик өсгөгчийн шууд нөлөөлөл; электрон үйлчлэлийн дохио нь удирдлагад буцаж очно;  - турбин хөдөлгүүрээр дамжуулсан; Энэ нь гол хяналтын хавхлага, удирдлагатай сервомотор, механик санал асуулгаас бүрдсэн автомат удирдлагатай гидро-механикийн хяналтын системийг байрлуулах;  - гол хяналтын хавхлага, удирдлагатай серво-мотор зэрэг зэрэгцээ санал асуулгын дохиогоор туршигдсан гол хяналтын хавхлагаар дамжуулан хөдөлгөх.  Тохиргооны төрөл нь байрлал тогтоох нарийвчлал ба гарын авлагын хяналтын сонголттой холбоотой байдаг.  **4.5 Олон талт хяналт**  **4.5.1 Ерөнхий зүйл**  Олон талт хяналтын элементүүд (ж.нь хяналттай хөтчийн ван болон гүйгч ирмэгтэй хосын хяналтыг хослуулах)  - зэрэгцээ (17-р зургийг харна уу) ба  - цуваа (18-р зургийг харна уу)  зохицуулалт нь ялгаатай. Функцийн генератороор функциональ хамаарлыг тодорхойлж болдоггүй. Заримдаа нэмэлт дохио оруулдаг (жишээлбэл, даланг хөтчийн сэнсний ир өнцгийн харьцаанд нөлөөлөхөд ашиглаж болно). Хоёроос илүү байрлал (жишээ нь, бие даасан servomotor хяналтын), зөвхөн зэрэгцээ хяналтыг хэрэглэнэ.  **4.5.2 Зэрэгцээ бүтэц** | **Figure 16 – Water level controller without speed controller**  **4.4 Configurations of servo-positioners**  Depending on the actuating energy required, the main servomotor can be:  - directly actuated by an electro-hydraulic amplifier; the electronic feedback signal is fed back to the governor;  - actuated via a pilot servomotor; it positions a closed-loop hydro-mechanical follow-up system consisting of main control valve, servomotor and mechanical feedback;  - actuated via a piloted main control valve with parallel feedback signals from main control valve and servomotor, etc.  The type of configuration has a bearing on positioning accuracy and manual control options.  **4.5 Multiple control**  **4.5.1 General**  In case of multiple control elements (e.g. dual control of a turbine with controllable guide vanes and runner blades),  - parallel (see Figure 17) and  - series (see Figure 18)  arrangements are distinguished. The functional relationship can be defined non-linearly through a function generator. Frequently an additional signal is superimposed (e.g. the head can be used to influence the guide vane-blade angle relationship). In the case of more than two positioners (e.g. individual servomotor control), only parallel control is applied.  **4.5.2 Parallel structure** |
|  | |
| **Түлхүүр үг**  s электрон роторын эргэлтийг тохируулах гаралтын дохио  *y*1 серво-байрлалын гаралтын дохио 1  *y*2 серво-байрлалын гаралтын дохио 2  *c*a функциональ холбоо хамаарлын оролтын дохио  **17-р зураг - Тодорхой функциональ холбоо ба нэмэлт дохионы давтамж бүхий зэрэгцээ бүтэц**  **4.5.3 Цуврал бүтэц** | **Key**  *s* output signal of the electronic governor  *y*1 output signal of servo-positioner 1  *y*2 output signal of servo-positioner 2  *c*a input signal for the functional relation  **Figure 17 – Parallel structure with defined functional relation and an additional signal superimposition**  **4.5.3 Series structure** |
|  | |

|  |  |
| --- | --- |
| **Түлхүүр**  *s* электрон роторын эргэлтийг тохируулах гаралтын дохио  *y*1 серво-байрлалын гаралтын дохио1  *y*2 серво-байрлалын гаралтын дохио 2  *c*a функциональ холбоо хамаарлын оролтын дохио  **18-р зураг - Тодорхой функциональ холбоо болон нэмэлт дохионы давтамж бүхий цуврал бүтэц**  **5 Роторын эргэлтийг тохируулах системийн гүйцэтгэл ба бүрэлдэхүүн хэсэг**  **5.1 Ерөнхий зүйл**  5-р бүлэг нь удирдлагын тогтолцооны гүйцэтгэлийн ерөнхий шалгуур үзүүлэлттэй холбоотой юм. Турбины роторын эргэлтийг тохируулах удирдлагын тогтолцоо нь хяналтад байгаа системийн онцлог шинж чанараас ихээхэн хамааралтай байдаг тул загварчлал болон тоон симуляцын талаар зарим удирдамжийг эхлээд санал болгодог.  Дараа нь роторын эргэлтийг тохируулах удирдлагын хяналтын алгоритмуудын хамгийн түгээмэл жишээ болох PID тохиргооны параметрүүдийн тохиргоонд зөвлөмж гаргана. PID-удирдлагатай холбоотойгоор маш сайн гүйцэтгэлийн хувьд тохиромжтой эсвэл шаардлагатай нөхцөлд бусад хяналтын стратеги хэрэглэж болно.  Серво-байрлал, дохионы дамжуулагчид тавих шаардлага, эрчим хүчээр хангах зэрэг нь холбогдох үзүүлэлтүүдийг тогтоох зорилготойгоор хийгдэнэ.  **5.2 Загварчлал ба тоон симуляци**  Шинэ усан цахилгаан станцын хувьд нийт системийн математикийн загвар нь системийг шууд ба / эсвэл төстэй системтэй төстэй биш бол хяналтын оновчтой болгоход оршино. Одоо байгаа усан станцуудын шинэчлэлд мөн адил хамаарна. Тооцооллын зорилго нь дараах гурван зүйлтэй холбоотой:  - усан станцуудын бүрэлдэхүүн хэсгүүдийн бодит хэмжээ;  - системийн үйл явцыг харуулах (резонансын үзэгдэл гэх мэт);  - хяналтын системийн шинжилгээ ба оновчлол.  Эдгээр тооцоог дараах бүрэлдэхүүн хэсгүүдийн төлөөллийн загвар дээр үндэслэнэ. үүнд:  - усны хэсгүүд;  - турбин механизмын хамтаар;  - тусгаарлагдсан сүлжээ болон сүлжээний горимын генераторын чухал шинж чанарууд;  - сүлжээний шинж чанар;  - роторын эргэлтийг тохируулах удирдлагын систем.  Энэ бүх сонирхлын орчнууд нь зарчмын хувьд ижил загвараар үйлчилж болох хэдий ч, математик аргачлал нь өөр өөр байдаг. Станцын бүрэлдэхүүн хэсгүүдийн физик хэмжээсийг цаг хугацааны мужийн тооцоон дээр үндэслэн тооцож байх ёстой боловч нийт системийн динамик төлөвийг давтамжийн мужид үнэлэн гаргана. Хяналтын гүйцэтгэлийг бас өөр зарчмаар  - тогтвортой төлөвөөс бага зэргийн хазайлттай давтамжийн мужид, эсвэл  - цаг хугацааны хувьд чухал ач холбогдолтой томоохон хазайлтуудад зориулагдсан.  Хэрэв давтамжийн мужийн динамик үйлдлийн математикийн судалгааг хэрэглэвэл чиглүүлэгчийн хавхлагийн нээлтийн тохиромжтой хувьсагчийг синусоидын өөрчлөлт (давтамжийн шинжилгээ)-өөр хийнэ. Үүний дараа өдөөлтийн бүх давтамжийн хязгаарыг ашиглаж болно, жишээ нь. Франсис турбинууд дахь сорох хоолойн хуйлрал болон / буюу туннел, усны даралтат хоолой, эсвэл генераторт үүсэх давтамжийн давхцалууд үүсэж болно. Тиймээс долгионы урсгалын хурдыг тодорхойлох боломжгүй учраас усны гидравлик системийн байгалийн давтамжийг тооцоололд алдаж болох талтай.  Роторын эргэлтийг тохируулах удирдлагын параметрийг оновчтой тогтоох зорилгоор хийгдсэн судалгаанд хугацааны шугам дахь тооцоо нь шугаман бус байдлыг харгалзан үзэх давуу талтай. Ихэнхдээ бүрэлдэхүүн хэсгийн шалгуурыг ашиглана, жишээ нь.  хамгийн бага эсвэл  хамгийн бага  Параметрүүдийг системтэйгээр өөрчилж, оновчтой утгыг сонгох компьютерын программууд байдаг. Энэ аргыг бүрэн үйл ажиллагааны хүрээнд ашиглах замаар дасан зохицох роторын эргэлтийг тохируулах байрлалыг тодорхойлж болно.  Роторын эргэлтийг тохируулах удирдлагын давтамжийн зурвас дахь параметрийг оновчтой болгох нь шугаман загвартай байхыг шаарддаг. Жишээлбэл, оновчтой параметрүүд нь туйлуудыг байрлалаар тодорхойлно. Жишээ нь, оновчтой гүйцэтгэлийн шинж чанарын тэгшитгэлийн үндэс. Энэ нь зарим нэг туршлага шаарддаг.  Станцын загварчлал дахь нарийвчлалын зэрэг нь станцын хяналттай холбоотой шаардлагаас хамаарна.  Жижиг системд ч гэсэн ихээхэн хөрөнгө зардал, хүчин чармайлт шаарддаг. Загварчлалыг бие даасан тохиолдлуудад хэр хол хүргэх талаар дүгнэлт гаргахад туслах болно.  *Усан хоолойн зам*  - Усан хоолойн симуляцын хувьд даралтат хоолойн шингэний шахагдах байдал ба материалын хувьсах чадварыг харгалзан үзэх шаардлагатай. Хэмжээ, резонансын судалгаанд энэ нь бас ус агуулах хоолой өнгөрөх туннел, галерей, цооногууд дээр хийгддэг. Хэрэв цаг хугацааны хувьд усны баганын урт өөрчлөгдвөл энэ хэсгийн ус, ханыг ихэвчлэн шахалтгүй, уяан хатан шинж чанаргүй гэж үздэг.  - Туннел-ус оруулах хоолойн хэсэг болон машины даралтат хоолойн хэсэг тус тусдаа шинжилгээгээр эргэлтийн хурдны усны түвшин болон хурд, даралт зэрэг нэмэгдэж байгаа агрегатуудын түр зуурын хувьсах утгыг тодорхойлох нь зүйтэй. Системийн хэлбэлзэл ба хяналтын системийн үйл ажиллагаа нь нийт системийн тодорхойлолт дээр тулгуурлан найдвартай байдал илэрхийлэгдэнэ.  - Нөөцийн хоолойн тооцоонд тохируулагч, шингэний инерц зэрэг энерги шингээгчийг тооцоолно.  - Нам далантай станцын далангийн дээд болон гарах усны хоолойн массын инерцийг мэдрэмжийг тооцох ёстой. Түүнчлэн далангийн суваг дахь даралтат савны хэт даралтын үзэгдэл ажиглагдаж болно.  *Турбин, генератор, сүлжээ*  - Турбины шинж чанарыг судалгааны явцад тодорхойлно. Пелтон турбины хурдыг хянах нь сөрөг хүчлэлгүй, дефлектороос үүдэлтэй шугаман бус эргэлтэд нэвтрээгүйгээс болж хүндрэл учруулж болно. Сүлжээний тусгаарлалтын хувьд хяналттай дефлектор хэрэгтэй.  - Сүлжээнд холбогдсон нэгжийн зан төрх ба резонансын шинж чанарыг судлахын тулд генераторын синхрончлол ба чийгшлийн хүчин зүйлийг анхаарч үзэх хэрэгтэй.  - Тусгаарлагдсан сүлжээн дэх давтамжийн хяналтын тогтвортой байдал нь эсэргүүцэл, мотор эсвэл хосолсон ачаа гэх мэт ачааллын төрлөөс хамаарна. Эсэргүүцлийн төрлийн ачаалал нь хамгийн хатуу шаардлага юм.  *Хяналтын зарчим*  Ирээдүйд PID-хянагчууд олон тооны станцуудад хурд, эрчим хүч, усны түвшний хяналтыг ашиглах боломжтой хэвээр байх болно. Дээд захиалгын алгоритм, ж.нь., илүү төвөгтэй системийн шаардлагуудад зориулсан төлөвийн хяналтын схемийг ашиглана. Эдгээр хяналтын схемүүд нь хэрэгжүүлэхэд илүү их хүчин чармайлт шаарддаг боловч тогтвортой байдлаас үүсэх гажилтын хэмжээ болон тогтвортой байдалд хүрч болох дээд зэргийн зан төлөвтэй тохиолдолд үндэслэлтэй байдаг.  Цахим PID-хянагчийн зан үйлийг мөн эвдрэлийн давтамж болон хоёрдогч хувьсагчдын санал гэх мэт хялбар тусгай аргаар сайжруулж болно гэдгийг тэмдэглэх нь зүйтэй.  Энэ нь эргээд PID-ийн хянагчийг ашиглах үндэслэл бөгөөд энэ нь системийн хяналттай холбоотой зөвлөмжүүдийн лавлагаа болно. Параметрийн тохируулгын хүрээнд санал болгосон хязгаарлалт бүх хэвийн нөхцөлд хангалттай байх болно. Онцгой нөхцөлүүд - маш бага инерц, маш урт даралтат хоолой нь бүх тохиолдолд тоон симуляцитай байх ёстой бөгөөд санал болгосон параметрийн тохируулгын цар хүрээг өргөтгөх шаардлагатай байж болно.  **5.3 PID-хянагчийн үзүүлэлтийн параметрүүд**  **5.3.1 Ерөнхий зүйл**  Дэд зүйл 5.3.2 ба 5.3.3 нь тогтвортой бууралттай PID-хянагчийн (аналоги эсвэл дижитал) параметрийн үзүүлэлттэй холбоотой. Энэ нь бусад дээд түвшний алгоритм эсвэл хяналтын стратегид тохирох параметрийг хамардаггүй.  **5.3.2 Тогтвортой бууралт bp**  Сүлжээний давтамжийн хяналтад оролцож байгаа нэгжүүдийн хувьд тогтвортой бууралт нь харьцангуй эргэлтийн хурдны хэлбэлзэл (өөрөөр хэлбэл, давтамжийн хэлбэлзэл), мөн сервомоторын байршил, гаралтын чадлын хэлбэлзэл зэргийн тодорхой харьцааны тогтвортой төлөв байдал, жишээ нь:  - сервомоторын харьцангуй байршлыг ашиглан, нь ихэвчлэн "байнгын хурдны бууралт" эсвэл "давтамж-нээлтийн бууралт" гэж тодорхойлогддог;  - харьцангуй чадлын гаралтыг ашиглан, нь ихэвчлэн "чадлын бууралт" буюу "хурдны зохицуулалт" эсвэл "давтамж-чадлын бууралт" гэж тодорхойлогддог.  Давтамжийн хяналтыг тогтвортой бууралтын хамгийн бага тохируулах хязгаарыг 0 % - 10 % хооронд байлгахыг зөвлөж байна.  Жишээлбэл, чадлын гаралтын бууралт 5% -ийн утга нь тогтмол гүйдлийн давтамжийн хазайлтаар -1% (өөрөөр хэлбэл -0,5 Гц нь 50 Гц-ийн хүчдэлийн систем) .-ийн 20% -иар чадлын гаралтыг ихэсгэнэ.  B.1-р зурагт үзүүлснээр гаралтын чадлыг ашиглан тогтвортой бууралтын зарчмаар ажиллах схемийг харуулна.  Усны түвшний хяналтад хамрагдсан нэгжүүдийн хувьд (роторын эргэлтийг тохируулах удирдлага усны түвшний хянагчийн хамт) байнгын нуруу - "түвшин-нээх харьцаа" гэж тодорхойлсон усны усны харьцангуй өөрчлөлт ба сервомоторын байршлын харилцан хамаарлын холбоог тогтмол төлөв байдалд тогтооно, жишээ нь:  **5.3.3 Хувьсах үйл ажиллагааны коэффициент , салшгүй үйл ажиллагааны хугацаа , үүсмэл үйлдлийн хугацаа**  Параметрүүд Kp, болон роторын эргэлтийг тохируулах түр зуурын хариуг үйлдлийг бий болгоно. Хүссэн түр зуурын хариу арга хэмжээг авах боломжтой арга замууд  - зэрэгцээ бүтэцтэй,  - цуврал бүтэцтэй эсвэл  - элементүүдтэй эргэн холбогдох бүтэцтэй байна.  Параметрийн зохистой тохируулга нь хяналттай системээс хамаардаг бөгөөд хангалттай түр зуурын хариу үйлдэл үзүүлэхийн тулд сонгосон байна. Ашиглалтын горимоос хамаарч янз бүрийн тохируулга шаардлагатай байж болно, жишээ нь.  • xурдны хяналттай:  - ачаалалгүй горимд;  - тусгаарлагдсан сүлжээний горимд (зарим тохиолдолд хэсгийн ачаалалд шаардагдах);  - сүлжээнд (бүрэн хүчдэлийн хүрээнд) ажиллах.  • чадлын гаралт болон хурдны хяналттай хослуулсан Зураг 10, 11, 13 ба 15:  - хурдны хяналт (ажиллагаагүй чадлын гаралтын хяналттай бол);  - байршуулагч (ажиллагаатай чадлын гаралтын хяналттай) үүргийг хүлээх хурдны хяналттай.  Тусгаарлагдсан сүлжээнд ачаалал өгөх горим, үйлдэл хийхэд ижил параметр сонгох боломжтой байдаг. Энэ нь сүлжээний үйл ажиллагааны тохиромжтой тохируулгаас ялгаатай байж болно.  Шаардлагатай бол өөрчлөлт автоматжуулалтын параметрийг тохируулах (ж.нь, генераторын таслалтын байрлалаар, эсвэл тусгаарлагдмал сүлжээний үйл ажиллагаанд шилжих илрүүлэлтийн шалгуур, жишээ нь, их хэмжээний давтамжийн хувилбар буюу эрчим хүчний алхам).  а) Пропорциональ коэффициент Kp (= түр зуурын хурдны бууралтын bt-ийн нийлбэр утга)  Тохируулах хамгийн бага хязгаарын зөвлөмж:  - Хурдны хяналт, 0,6 ба 10 2 хооронд;  - эсвэл цахилгаан гаралтын хяналт, 0,2 ба 1-ийн хооронд  b) Төлөвлөсөн үйл ажиллагааны хугацаа  *Тохируулах хамгийн бага хязгаарыг санал болгож байна: 1 s ба 20 хооронд 2.*  (Дээд түвшнийг хянаж буй усны түвшний хувьд хэрэглэж болно)  c) Дериватив үйлдлийн хугацаа Зөвлөмж болгож буй тохируулгын хүрээ: 0-2 секунд. Энд / = 1/хамаарал нь 0,1 ба 0,2 хооронд байна. 0 с ба 1.4 секундын хооронд шаардлагатай хамгийн бага хязгаар. 0 с гэдэг нь үүсмэл үйл ажиллагааг зогсоох боломжтой гэсэн үг юм.  **5.4 Роторын эргэлтийг тохируулах системийн бусад үзүүлэлтүүд**  **5.4.1 Хяналттай хувьсагчид (хурд, чадлын гаралт, г.м.), ачааллыг хязгаарлагчийн командын дохионы тохируулга.**  а) Тушаалын дохионы хэлбэлзэл  *Санал болгосон тохируулгын хүрээ:*  - Хурдны тохиргоо: -10% +10% хүртэл.  b) Тушаалын дохионы тохируулах хугацаа  Тохируулах цоорхойгоор тодорхойлсончлон тохируулгын цаг (аяллын хугацаа) нь серверомоторын хамгийн богино хугацаанд явах хугацааг хэтрэх ёстой (5.4.3-ыг үзнэ үү). Хугацаа тогтоох нь ихэвчлэн 20 секундээс багагүй байх ёстой.  Санал болгож буй цагийн тохиргооны хүрээ:  - Хурдны тохиргоо: 30 с-60 секундийн хооронд 20 секундийн 100 секундийн хооронд;  - Чадлын гаралтын тохиргоо: 20 с 80с-ийн хооронд;- хязгаарлагч: 20 с - 80 сек;  Аль ч тохиолдолд серверомоторын бүрэн аяллын ажиллагаа болно.  **5.4.2 Роторын эргэлтийн тохируулгыг хүлээн авахгүй /2**  Санал болгож буй хязгаар:  - хурдны хяналт *i*x/2  2 × 10–4   * цахилгаан гаралтын хяналт: *i*x/2  1 × 10–2 * усны түвшний хяналт: *i*x/2  1 × 10–2 [3](#_bookmark2) * урсгалын хяналт: *i*x/2  1 × 10–2   Сүлжээний давтамжийн хяналттай харьцангуй хатуу шаардлага тавигдсан тохиолдолд түүнчлэн ix/2 < 2 × 10-2 хурдны хяналтын функцэд зөвшөөрөгдөх болно. Жишээлбэл, энэ нь илүү давтамжийн хэлбэлзэл байнга тохиолддог сүлжээнүүдэд хамаарах ба тогтвортой байдалд чухал үүрэгтэй байж болно.  Kp-ийн хувьд 1,2 болон 10-ын хороонд, Tl-ийн хувьд, 1 ба 5 секундийн хоорондох зай нь нэмэлт гүйцэтгэлийн шаардлагагүйгээр нөхөн сэргээлт хийх гэх мэт олон хэрэглээтэй байж болно. Хазайлтын түвшний хяналт зурагт үзүүлснээр байвал дараах тодорхойлолтыг хэрэглэнэ.  **5.4.3. Серво-байрлалын параметрүүд**  Оролт: цахилгаан дохиоллын систем эсвэл туршилтын удирдлагатай сервомоторын байрлал.  Гаралт: үндсэн сервомоторын харьцангуй байрлал Y / Ymax.  Давхар зохицуулалттай турбиныг оруулаад бүх серво-байрлалууд нь дараах зүйлийг хэрэглэнэ.Үүнд:  a) Хамгийн бага сервомотор нээлтийн / хаалтын удаа Tg болон Tf нь тус тусдаа тодорхойлогдох ба усны цохилт ба хэт хурдны хязгаарлалтын нөхцөлийг хангах байдлаар  1-Р ТАЙЛБАР: Хязгаарлагч баганууд болон бусад тохирох төхөөрөмжүүд нь хамгийн их нийлүүлэлтийн даралттай байх үеийн болон хамгийн бага тохируулгын чадлын бодит ажиллагааны хугацаанаас багагүй байхаар хэмжигдэнэ.  b) үндсэн серво-байрлалын цаг хугацааны тогтмол Ty  Энэ утгыг загварчлал болон системийн тоон симуляцид ашигладаг.  *Ty-д санал болгох хугацаанууд:*  - хөтчийн далбан / серво зүү: 0,1 с ба 0,25 секундийн хооронд;  - ажлын дугуйн далбан: 0,2 с 0,8 с хооронд;  - дефектор: 0,1 с ба 0,15 секунд.  Тэг шилжилтэд ойртох үед Ty өндөр утга нь давхцал болон ховилоос шалтгаална (Зураг 7 дахь Ty1-г үз).  ТАЙЛБАР 2: Хэрэв график шаталсан, эсвэл давтамжийн хариу урвалын хэмжилтэд сервомоторийн хязгаарыг хүрч чадаж байвал үр дүнтэй хугацааны тогтмол(далайцын функц)-ыг тооцоололд ашиглаж болно.  c) Дараагийн шатны ажиллагаанд серво-байрлалын алдаа ia  Энэ нь бүрэн хаалтын ix-тэй их нөлөөтэй бөгөөд их бага хэмжээнд хадгалагдах болно.  Зөвлөмж болгож буй утга: түүнд <0,4% 4 бүрэн серво-байрлалын систем.  d) Роторын эргэлтийг тохируулах удирдлагын ажиллагаа бүрэн дуусах хугацаа Tq  Удирдлагын тогтолцоо нь цаг хугацаа өнгөрөхөд Tq цахим хянагч дээр нас барсан хугацаанаас (хэрэв боломжтой бол микропроцессор дахь дээж авах хугацаа), хяналтын хавхлагад давхцах, эсвэл хэд хэдэн өсгөгч бүхий хэд хэдэн зохицуулалтаас үр дүн гарна.  *Зөвлөмж болгож буй утга: TQ <0,20 секунд 4.*  e) Үйлчилгээ үзүүлэгчийн динамик хариу үйлдэл  Динамик хариу үйлдэл нь үндсэндээ серво-байрлалын хугацааны тогтмолоор тодорхойлогдоно. Онцгой дамжуулах функц (цахим байрлалын гогцоо) байж магадгүй хэд хэдэн үе шаттай серво-байрлал хэрэглэгчийн хувьд тохируулга нь D = 1-ээр тодорхойлогдох эгзгийг хөндлөнгөөс харвал 0.8, (19-р зургийг харна уу).  4 Бага оврын цахилгаан станцын хувьд өгөгдсөн утгыг ia < 0,6%, Tq<0,30 секунд хүртэл нэмэгдүүлэх боломжтой. | **Key**  *s* output signal of the electronic governor  *y*1 output signal of servo-positioner 1  *y*2 output signal of servo-positioner 2  *c*a input signal for the functional relation  **Figure 18 – Series structure with defined functional relation and additional signal superimposition**  **5 Performance and components of governing systems**  **5.1 General**  Clause 5 is concerned with the overall performance criteria for a governing system. As the performance of a turbine governing system will strongly depend on the characteristics of the individual controlled system, some guidance is offered first regarding its modelling and digital simulation.  After that, recommendations are given for the ranges of parameter settings for a PID configuration as the most common example for control algorithms in the governor. Other control strategies may be applied if suitable or desirable for superior performance in relation to PID-controllers.  Servo-positioners, requirements for signal transmitters and the actuating energy supply are also covered with the purpose of guiding the establishing relevant specifications.  **5.2 Modeling and digital simulation**  In the case of new hydropower schemes, a mathematical model of the total system is valuable for an optimization of the control, unless the system is straightforward and/or similar to existing plants. The same applies to the modernization of existing plants. The purpose of such compu- tations can relate to three areas:  - physical dimensioning of components of the plants;  - demonstrating the dynamic behavior of the system (resonance phenomena, etc.);  - control system analysis and optimization.  These computations shall be based on a representative model of the system components, such as:  - the water passages;  - the turbine with its mechanism;  - the essential generator characteristics in the isolated network and the grid mode;  - the network characteristics;  - the governing system.  All the mentioned areas of interest can in principle be served by the same models while the mathematical approach can vary. Whilst physical dimensioning of components of the plant shall be based on computations in the time domain, the dynamic behavior of the total system can also be evaluated in the frequency domain. Control performance can be treated either  - in the frequency domain with respect to small deviations from the steady state, or  - in the time domain for large deviations where non-linearities are significant.  If mathematical investigations of the dynamic behavior in the frequency domain are applied, a suitable variable such as the guide vane opening shall be subjected to sinusoidal variations (frequency analysis). Thereby all frequency ranges shall be considered at which excitations, e.g. suction tube vortices in Francis turbines and/or resonances such as with natural frequencies of tunnel, penstock or the generator may occur. Thereby it should be noted that calculated natural frequencies of the hydro system may be inaccurate because the wave travel speed cannot be determined precisely.  For investigations with the aim of an optimization of the parameter setting of the governor, calculations in the time domain offer the advantage of considering non-linearities. Usually an integral criterion is applied, e.g.  or  There are computer programs available which systematically vary the parameters and select a set of optimal values. By applying this method to the complete operating range, the setting of an adaptive governor may also be determined.  Optimization of the parameter setting of the governor in the frequency domain requires a linearized model. The set of optimal parameters can, for example, be determined by positioning the poles, i.e., the roots of the characteristic equation for optimal performance. This requires some experience.  The degree of detail in the modeling of a plant depends on the requirements with respect to controllability of the plant.  The effort even for smaller systems may be considerable and costly. The following may help to make a judgment as to how far the modeling should be carried in individual cases.  *Water passages*  - For the simulation of the water passages, the compressibility of the fluid and the elasticity of the penstock material shall be taken into account. For dimensioning and resonance studies, this should also be applied on tunnels and on galleries and shafts of surge tanks. If in the time domain, the length of a water column changes, then water and walls of this part are usually regarded as incompressible and inelastic.  - A separate analysis of the tunnel–surge tank section and the penstock–machine section is desirable to determine extreme values of the surgetank water level and maximum machine transient variables such as speed and pressure rises, respectively. System oscillations and control system behavior can only be reliably judged on the basis of the total system description.  - In surge tank calculations, energy dissipators such as throttles and the fluid inertia shall be taken into account.  - In low head plants, the inertia of water masses in the head and tailwater housings shall be taken into account while the elasticity can be neglected. Also surge phenomena in headwater canals can be relevant.  *Turbine, generator, network*  - The turbine characteristics should be defined in the investigation. The speed control of Pelton turbines may pose difficulties due to the lack of a negative torque and the non- linearities introduced by the deflector. For isolated network operation, controlled deflectors are needed.  - For investigations on resonances and the behavior of the unit connected to the grid the synchronization and damping factor of the generator shall be taken into account.  - The stability of frequency control in isolated networks depends on the type of load, such as resistor, motor or combined loads. The resistor type load is the most stringent requirement.  *Control concept*  It is to be expected that in the future, PID-controllers will remain in use for many plants for speed, power and water level control. Higher order algorithms, e.g., state control schemes will be used for the more complex system requirements. These control schemes, while necessitating more effort to implement, are justified where superior behavior with respect to the magnitude of deviations from steady state and its return to steady state can be achieved.  It is to be noted that the behaviour of an electronic PID-controller can also be enhanced considerably by readily available special means, such as disturbance superposition and the feedback of secondary variables.  This in turn justifies the intention of this guide to use the PID-controller as a basis and reference for recommendations relating to system control. The recommended ranges in parameter adjustment will suffice in all normal cases. Special conditions – extremely low inertias, extremely long penstocks – should in all cases be subjected to digital simulation and may require an extension of the recommended parameter adjustment range.  **5.3 Characteristic parameters for PID-controllers**  **5.3.1 General**  Subclauses 5.3.2 and 5.3.3 relate to the characteristic parameters of a PID-controller (analog or digital) with permanent droop. It does not cover relevant parameters for other higher algorithms or control strategies  **5.3.2 Permanent droop bp**  For units participating to the grid frequency control, the permanent droop establishes a defined relationship between the relative rotational speed variations (i.e. frequency variations), and the relative position of the servomotor or power output variations, in the steady-state condition, e.g.:  - using the relative position of the servomotor, is usually defined as “permanent speed droop” or “frequency-opening droop”;  - using the relative power output, is usually defined as “power droop” or “speed regulation” or “frequency-power droop”.  Recommended minimum setting range of the permanent droop for frequency control: 0 % to 10 %.  For example, with a value of 5 % of power droop, a unit in a grid after a disturbance with a steady-state frequency deviation of -1 % (i.e. -0,5 Hz on a 50 Hz power system) will increase its power output by 20 % of .  A principle functional scheme of such a permanent droop using the output power is given in the Figure B.1.  For units participating to a water level control (with a water level controller implemented in the governor), the permanent droop - defined as “level-opening droop” - establishes a defined relationship between the relative water level variations and the relative variations of the servomotor position, in the steady-state conditions, e.g.:  **5.3.3 Proportional action coefficient , integral action time , and derivative action time**  The parameters Kp, and establish the transient response of the governor. The desired transient response can be achieved  - with parallel structure,  - with series structure, or  - with feedback structure of the elements.  The suitable adjustment of the parameters depends on the controlled system and shall be selected so as to provide a satisfactory transient response. Depending on the mode of operation, different adjustments may be necessary, e.g.  • with speed control:  - in no load mode;  - in an isolated network mode (required only for part load in some cases);  in operation on the grid (over the complete power range).  • with combined power output and speed control, Figures 10, 11, 13 and 15:  - for speed control (with inoperative power output control);  - for speed controller acting as positioner (with operative power output control).  Usually the same parameter selection can be applied for no load mode and operation on an isolated network; it may differ considerably from the suitable adjustment for grid operation.  If necessary an automated changeover parameter adjustment is to be provided (e.g., through generator breaker position, or by a detection criterion for the transition to isolated network operation, e.g. a large frequency variation or a power step).  a) Proportional action coefficient Kp (=reciprocal value of the temporary speed droop bt)  Recommended minimum adjusting range:  - for speed controllers, between 0,6 and 10 [2](#_bookmark1);  - or power output controllers, between 0,2 and 1.  b) Integral action time  *Recommended minimum adjusting range: between 1 s and 20 .*  (For water level controlling considerably higher values may be applicable)  c) Derivative action time  Recommended adjusting range: between 0 and 2 s.  where the relation / = 1/ is generally between 0,1 and 0,2.  Minimum required range between 0 s and 1,4 s. 0 s means deactivation of derivative actions is possible.  **5.4 Other parameters of the governing systems**  **5.4.1 Command signal adjustments for controlled variables (speed, power output, etc.) and load limiter**  a) Command signal ranges  *Recommended adjusting range:*  - for speed controls: –10 % to +10 %.  b) Command signal setting times  The setting times (stroke times) shall be adjusted so as to exceed the shortest servomotor stroke times as defined by the limiting orifices (see also 5.4.3). Setting times should usually not be smaller than 20 s.  Recommended time setting range:  - speed setting: between 20 s and 100 s, normally between 30 s and 60 s;  - power output setting: between 20 s and 80 s;  - limiter: between 20 s and 80 s;  in each case for the full stroke of the servomotor.  **5.4.2 Governor insensitivity /2**  Recommended limits:   * speed control: *i*x/2  2 × 10–4 * power output control: *i*x/2  1 × 10–2 * water level control: *i*x/2  1 × 10–2 [3](#_bookmark2) * flow control: *i*x/2  1 × 10–2   In case of less stringent requirements relative to network frequency control, also ix/2 < 2 × 10-2 is acceptable for the speed control function. This may, for example, apply for networks, in which larger frequency variations occur frequently, and also in cases where stability is critical.  A range between 1,2 and 10 for Kp and 1 s and 5 s for Tl may be sufficient for many applications, e.g. rehabilitations without additional performance requirements.  For level control deviating from Figure is the following definition applies:  **5.4.3 Parameters of servo-positioner**  Input: electrical signal or position of the pilot servomotor.  Output: relative position Y/Ymax of the main servomotors.  For all servo-positioners, including those of double regulated turbines, the following applies.  a) Minimum servomotor opening/closing times Tg and Tf which are separately determined to satisfy waterhammer and overspeed limitations  NOTE 1 The limiting orifices or other suitable devices are dimensioned such that the actual stroke times in the presence of the highest supply pressure and the lowest required regulating capacity will not be lower than the allowable stroke time.  b) Time constant of the main servo-positioner Ty:  This value is used for modeling and digital simulation of the system.  *Recommended values for Ty:*  - guide vane/needle servo: between 0,1 s and 0,25 s;  - runner blade servo: between 0,2 s and 0,8 s;  - deflector: between 0,1 s and 0,15 s.  Near the zero displacement, higher values of Ty prevail due to overlap and grooves (see Tv1 in Figure 7).  NOTE 2 If the graph is stepped or if, in a frequency response measurement, the limit velocities of a servomotor are reached, an effective time constant (as a function of amplitude) can be used for computations.  c) Servo-positioner inaccuracy in follow-up arrangement, ia  It has a major influence on the dead band ix and shall be kept small.  *Recommended value*: ia < 0,4 % [4](#_bookmark3) for the complete servo-positioning system.  d) Governing system dead time Tq  The governing system dead time Tq results from a dead time in the electronic controller (sampling time in the microprocessor if applicable) and from an overlap in the control valve and/or from a series arrangement of several amplifiers.  *Recommended value*: Tq < 0,20 s 4.  e) Dynamic response of servo-positioner  The dynamic response is essentially determined by the time constant of the servo- positioner. In case of multiple-stage servo-positioners possibly with special transfer function (electronic positioning loop), the setting shall yield a response corresponding to a damping ratio D between 0,8 and 1,1, where critical damping is defined by D = 1 (see Figure 19).  4 In the case of small power stations the values given may be increased to ia < 0,6%, Tq<0,30 s. |
|  | |
| D <1 чийгтэй нөхцөлд  D >1 хэрэглэгдэх тохиолдлууд  **19-р зураг - Sv оролтын өөрчлөлтөд хариу үзүүлэх Y / Ymax өсгөгчийн гаралтын хугацааны үечлэл болон давтамж**  **5.5 Сервo-байрлалын хоорондох үйлдлийн хамаарал**  **5.5.1 Тохируулагчтай чиглүүлэгч хавхлага ба ажлын дугуйн далбангийн өнцөг бүхий хос зохицуулалттай турбин**  **5.5.1.1 Ерөнхий зүйл**  Чиглүүлэгч хавхлага ба ажлын дугуйн далбангийн байрлалын хоорондох үйлдлийн холбоог нударган харьцаа гэж нэрлэдэг. Дараах зохицуулалтуудаар ялгагдана:  - зэрэгцээ хяналт;  - дараалсан хяналт.  Далан Д нь нэмэлтээр үйлдлийн харьцаанд нөлөөлөх боломжтой. Дараагийн шатны хяналтад чиглүүлэгч хавхлага, ажлын дугуйн далбан аль аль нь удирдаад явах боломжтой.  **5.5.1.2 Хэрэгжилт**  Үүнийг хэрэгжүүлэх боломжтой:  - толгойны нөлөөгүйгээр функцийн генератораар дамжуулан электрон хэлбэрээр;  - хэвийн даланд зориулж тусгайлан зохион бүтээсэн нударган харьцаагаар (механик аргаар) (жижиг далангийн хэлбэлзэл, эсвэл багасгасан шаардлагаар);  - өөр өөр даланд шилжүүлсэн профильт нударгаар, механикаар: a) цахилгаан түрцийн функц, эсвэл  b) гараар.  **5.5.1.3 Тохируулга**  Чиглүүлэгч хавхлага ба ажлын дугуйн далбангийн өнцгийн хоорондох үйлдлийн хамаарал нь ерөнхийдөө тусгай туршилт, эсвэл цуврал загварын сорилтын үр дүн дээр суурилдаг. Холбоо нь үр ашгийн буюу бусад хэмжигдэхүүний индексийн хэмжилт, сайтын хэмжилт зэргээр засаж залруулж болно.  **5.5.2. Турбины зүү ба дефлектор бүхий хос удирдлага**  Дефлекторын зорилго нь ачаалал хаях үед хэт хурдыг нэмэгдэхээс, том саад тотгор үүсэх үед тусгаарлагдсан сүлжээний үйл ажиллагааны хурдыг хянах, хязгаарлах явдал юм. Хяналтыг дараах аргаар хийж болно:  - зүү болон дефлекторын зэрэгцээ хяналт;  - зүүг шууд хянах, дефлекторын хяналтыг дараагийн хяналт болгон хянах;  - дефекторын шууд хяналт, зүүний хяналтыг дараагийн хяналт болгох байдлаар.  Дараах хяналтыг хэрэгжүүлж болно:  - функцийн генератораар электрон хэлбэрээр;  - урагшлах замд нударгаар, механик байдлаар;  - буцах харьцааны замд нударгаар, механик байдлаар.  **5.5.3 Олон талын хяналт**  Энэ нь тусдаа чиглүүлэгч хавхлагийн хувьд ба тусдаа зүүний хяналтыг ашиглана. Тусдаа серверийн хөдөлгүүрүүд нь ихэвчлэн зэрэгцээ байдлаар хянагдана.  **5.5.4 Бусад харилцаа**  Дараах жишээнүүд нь 5.16.1-ээс 5.16.3-ийн дагуу тоног төхөөрөмжтэй холбоотой байна:  - ажлын дугуйн далбан ба чиглүүлэгч хавхлагийн өнцөг, сервомоторын байрлал савлагааг багасгахын тулд ачаалал хаясныг дагана;  - динамик даралтын өөрчлөлт ба хурдны өсөлтийг хязгаарлахын тулд ачаалал хаясны дараах чиглэлийн өнцгийн залуур ба байрлал нь ачаалал хаяхыг дагана;  - усжуулалтын схем бүхий цахилгаан станцын хосолсон үйлдэлтэй тохиолдолд ачаалал татгалзсаны дараа хэвийн үйл ажиллагаанд болон ачаалал хаясныг сэлгэн залуурдах өнцөг ба даралт бууруулахын байрлал дагана.  **5.6 Байнгын дохионы хэмжилт**  **5.6.1 Ерөнхий зүйл**  Төрөл бүрийн хяналтын ажлуудын хувьд үндсэндээ дараах хувьсагчдыг хэмжинэ:  - эргэлтийн хурд;  - хүч чадал;  - усны түвшин;  - даралт;  - харвалт.  **5.6.2 Эргэлтийн хурд**  **5.6.2.1 Электрон роторын эргэлтийг тохируулах хурдны хэмжилтийн арга**  - hall-генератор буюу шүдтэй диск (хэрэв чөлөөтэй босоо амны төгсгөл байхгүй бол) импульс хувиргагчтай;  - хувиргагчаар генераторын хурд хэмжих (үлдэгдэл хүчдэлийг ашиглан);  - тахогенератор, ялангуяа чөлөөтэй босоо ам гарах боломжтой бол;  - бусад.  **5.6.2.2 Механик-гидравлик роторын эргэлтийг тохируулах хурдны хэмжилтийн арга**  - туузан хөтөчтэй далангийн хурд хэмжигч (энгийн эсвэл одоо байгаа)  Нэмэлт мониторинг хийх арга нь бүслүүрийн тасрах эсвэл гулгалтын эсрэг хамгаалалт хийхийг зөвлөдөг.  - Xөдөлгүүрээр ажиллах далангийн хурд хэмжигч  Роторын эргэлтийг тохируулах далангийн хурд хэмжигчийн хөдөлгүүр тэжээгдэх  a) турбины босоо гол дээр суух байнгын соронзон үүсгүүр;  b) үндсэн генератор дэрх нэмэлт ороомог;  c) үндсэн генераторын хувиргагчаар дамжих ороомог.  в) ба с) тохиолдолд роторын эргэлтийг тохируулах далангийн хурд хэмжигчийн хөтөч нь зөвхөн өдөөгч өдөөгдсөн үед хүчин ажиллагаанд орно.  **5.6.3. Чадлын гаралт**  Чадлын гаралтыг хувиргагчаар хэмждэг. Роторын эргэлтийг тохируулах удирдлагын оролтын дохио хангалттай хэмжээгээр шүүгдэж байх ёстой бөгөөд хүсээгүй саатлыг нэвтрүүлэхээс зайлсхийх хэрэгтэй.  **5.6.4 Усны түвшин**  Усны түвшнийг цахилгаанаар (жишээлбэл, электродоор) эсвэл механикаар (жишээ нь, хөвөх, даралтат хувиргагч, хийн дамжуулагч буюу бусад мэдрэгчээр) хэмжиж, усны түвшний хянагчаар дамжуулдаг.  **5.6.5 Түлхэгчийн байрлал (зам)**  Байрлал / хөдөлгөөн (жишээ нь, санал асуулгын дохио) сонголтыг  - цахилгаанаар (эргэлт эсвэл шугаман хувиргагчаар), эсвэл  - механикаар (харилцан үйлчлэл, кабель, туузан хөтөч)  Цахилгаан хувиргагчтай эдгээр эд анги нь чухал:  - механик бүрэлдэхүүн хэсгүүдэд сул хөдөлгөөнгүй байх;  - байгаль орчны эсэргүүцэлгүй байх;  - тохируулах боломжтой.  Эд ангиудын харилцан үйлчлэлийн нөхцөлд сул хөдөлгөөн болон хэт их хүчний үйлчлэлээс (жишээ нь, хэт зам туулах гэх мэт) зайлсхийх хэрэгтэй. Кабель болон туузан хөтлөгчтэй бол урьдчилсан чангалалт хангалттай. Системийн дизайн нь аюулгүй байдлын зохих түвшнийг хангаж, резонансын үзэгдлээс зайлсхийх учиртай.  **5.6.6 Электрон дамжуулагчаас дохио дамжуулах**  5.6.2-аас 5.6.5-ийн хувьд ихэвчлэн 0-20 мА буюу 4 мА-аас 20 мА-ын хувьд хувьсах гүйдлийн дамжуулагчаас дохиог дамжуулахад ашигладаг. Дохио 4 мА болон> 20 мА дохиог монитор хийхэд ихэвчлэн ашигладаг. Дохиоллын дуу чимээг таслан зогсоохын тулд дохио дамжуулах экранаар хамгаалагдсан, эсвэл эрчилсэн кабель шаардагдана. Оптик фибрыг ашиглах нь дохионуудыг тоон хэлбэрээр дамжуулж байгаа тохиолдолд сонгож болно.  **5.7 Гар удирдлага**  Гар удирдлага нь цахим роторын эргэлтийг тохируулах байрлал тогтоогч гогцоог ашиглан, эсвэл шууд хөдөлгөгч төхөөрөмжийг ашиглан турбиныг нээж ажилд оруулахад зориулагдсан. Аль ч тохиолдолд, нэгжийн аюулгүй байдал, наад зах нь хэт их эргэлт авахаас хамгаалагдсан байна.  Роторын эргэлтийг тохируулах удирдлагын систем буюу түүний зарим хэсгийн ажиллагаа саатсан тохиолдолд эрчим хүчний үйлдвэрлэлийг үргэлжлүүлэхийг гар аргаар хянах нь зүйтэй. Түүнчлэн гар ажиллагаат удирдлага нь турбиныг хүлээн авах болон засвар үйлчилгээний үйл ажиллагааны үе шатанд ашиг тустай гэж үзэж болно.  Системийн үнэ цэний бууралтын түвшнээс хамаарч гар удирдлагаар хяналтын зөвшөөрөгдөх тооны функцийг нэмж ажиллуулах боломжтой болно. Хэд хэдэн функцийг тойрч гарах үед зардал нэмэгддэг. Түүнчлэн пропорциональ тохируулгыг ашиглах нь импульс төрлийн тохируулгаас илүү өндөр зардалтай байдаг.  Дараах ерөнхий боломжуудыг гар удирдлагын хяналт болгон ашиглаж болно.   1. Цахим роторын эргэлтийг тохируулах удирдлага дахь байрлал тогтоогч гогцоо ашиглан гар аргаар хяналт тавих   Гар удирдлагад зориулсан байрлал тогтоогч нь электрон тохируулагчийн салшгүй хэсэг бөгөөд энэ нь электрон тохируулагчийн функцэд үнэ цэнэ буураагүй үед гарын авлагыг хянах боломжтой. Бүх хяналтын чиг үүрэг нь турбины үйл ажиллагааны явцад идэвхтэй байдаг.  Хэрэв нэгжийн хүртээмжийг дээшлүүлэх шаардлагатай бол электрон роторын эргэлтийг тохируулах нэмэлт тохируулгыг ашиглаж болно. Системийн аль нэг нь бүтэлгүйтсэний дараа нэмэлт тохируулгын ажиллагаа нь бүрэн гүйцэд функцийг удирдана.  b) Электрон пропорциональ байрлалаар гар аргаар хянах  Энэ нь бие даасан үл хамаарах цахим байрлалын хяналтын систем нь роторын эргэлтийг тохируулах байрлал тогтоогчийн хяналтын хүрээг тойрч гардаг. Электрон байрлал тогтоогчийн гогцоо хэлхээ буцах холболтоор энэ тохиолдолд үйл ажиллагаа хэвээр үлдэнэ. Системийн хүртээмжийг сайжруулахын тулд бие даасан эрчим хүчний эх үүсвэр болон бусад туслах төхөөрөмжийг зохион байгуулж болно.  c) Гар удирдлага нь салшгүй буюу түлхэх байрлалаар  Энэ нь электрон хэлбэрээр буюу шууд (удирдлагатай) сервомоторын үйлчлэлээр хавхлагийг автоматаар нээж-хаах хэлбэрээр холбож болно. Энэ тохиолдолд электрон байрлал тогтоогч, үүнд хариу үйлдэл хийх функц нь энэ тохиолдолд ажиллагаанаас гарах болно.  d) механик пропорциональ байрлалаар гар аргаар хянах  Энэ нь хяналтын гол хавхлагыг механикаар байрлуулах ба механик эргэх холбоосыг шаарддаг. Механик эргэх холбоос өсгөгч тохируулгад ороогүй тохиолдолд гар удирдлагын хяналтын зорилготой байна. Зардалд үзүүлэх нөлөөллийг авч үзэх хэрэгтэй.  **5.8 Шулуутгагч**  Зарим тохиолдолд хяналттай хувьсагч оролтын дохиог шугаман байдлаар дагана, ж.нь. чадлын гаралт. Оролт (тохируулагч) дохио ба харвалтын хоорондох хамаарал нь ийм тохиолдолд шугаман бус байна.  Хэрэгжүүлэлт:  - функцийн генератораар цахим хэлбэрээр;  - механик байдлаар нударгаар.  **5.9 Дараагийн шатын хяналт**  Нэг горимоос нөгөөд шатлалгүй шилжих явцад, сонгон шалгагчтай хослуулсан хяналтын системийн тохиргоонд тодорхойлогдсон тохиолдолд (10-13-р зургийг харна уу) хянаж байгаа дохионы тушаал нь тухайн хяналтад байгаа хувьсах гүйдлийн хувьсагчийг дагаж мөрдөнө. / эсвэл өөрчлөгдсөн нөхцөлд түүнийг дагана. Онцгой аналог системд ялангуяа хяналтын хяналт нь нэмэлт зардлыг шаарддаг.  Жишээ нь  - Чадлын гаралтын удирдлагын командын дохио нь хурдны хяналтын горимд байгаа бодит гаралтын дохиог дагадаг.  - Хурдны командын дохио нь чадлын гаралтын хяналтын горим дахь бодит давтамжийн дохиог дагадаг.  - Гар ажиллагаат хяналтын цэг нь янз бүрийн хяналтын горимд байгаа түлхэгчийн байрлалыг дагана.  - Эхлэх хугацааг багасгахын тулд эхлээд (5.14-өөс харна уу) эхлэхийн өмнө өөр өөр толгойд тохируулж болно эсвэл эхлүүлэх шатанд (жишээ нь, хурдатгалын хяналт) тусдаа хяналтын давтамжийг зохион байгуулж болно.  - Алсын хяналттай тохиолдолд тухайн командын дохиог дагахын тулд тухайн орон нутгийн хяналтыг хийнэ.  **5.10 Оновчтой болгох хяналт**  Системийн үр ашгийг дээшлүүлэх, системийг оновчтой болгохын тулд тусгай хяналтын тохируулга хийж, саадгүй эхлэх нөхцөл, эсвэл бусад шалгуурын дагуу:  - Пелтон турбинд олон тооны зүүг хянах;  - станцын хэд хэдэн нэгжийн ачааллын зөв хуваарилалт;  - бусад.  **5.11 Хүчлүүрийн параллель байрлалыг хянах**  Зориулалтын чиглүүлэгч хавхлага эсвэл зүү нь тус бүр серво-мотортой байх тохиолдолд тэдгээрийн байрлалын параллель ажиллагааг хянах шаардлагатай. Энэ зорилгоор серво-мотор тус бүрийн байрлалын хазайлт нь нийт дунджаас хамаардаг. Хэт алдаа нь өгөгдсөн хязгаарын хэмжээнээс давсан тохиолдолд сэрэмжлүүлэг эсвэл унтраалт эхэлнэ. Түүнчлэн байрлал тус бүрийн хазайлтыг хянаж болно. Хэрэв өгөгдсөн хугацааны дотор ойролцоогоор тэг рүү эргэн ирэхгүй бол сэрэмжлүүлэг эсвэл унтраалт эхэлнэ.  **5.12 Түлхэгчийн хүчийг ашиглах**  **5.12.1 Ерөнхий зүйл**  Түлхэгчид шаардлагатай идэвхтэй чадлыг гидравлик тосон шахуургын хүчлүүрээр хангана.  Хамгийн бага шаардагдах даралт нь шаардлагатай зохицуулалтын хүчин чадлаас ба үйлчилгээний сервонэгжийн эзэлхүүний тоотой харьцуулсанаар гарна:  =  Системүүд хуримтлуулагчтай ба хуримтлуулагчгүй гэж ялгах боломжтой.  ⁵ Үрэлтээс гарах алдагдлыг тооцно.  Хуримтлуулагч бүхий системүүд нь илүү их идэвхт чадлыг гаргах түргэн хүргэх чадвартай (жишээлбэл, чадлын гаралт -давтамжийн хяналт, эсвэл давтамжийн хяналтад хатуу шаардлага тавих үед).  **5.12.2 Хуримтлуулагч буюу аккумлятортай систем**  **5.12.2.1 Даралтын сав (агаар / газрын тосны аккумлятор)**  Холбогдох даралт ба тооцооллын хувьд холбогдох дүрмийг хэрэглэнэ (ASME, Европын удирдамж гэх мэт). | D<1 periodically damped case  D>1 aperiodic case  **Figure 19 – Time step response and frequency response of the amplifier output Y/Ymax to a displacement input Sv**  **5.5 Functional relationship between servo-positioners**  **5.5.1 Dual regulation of turbines with controllable guide vane and runner blade angles**  **5.5.1.1 General**  The functional relationship between guide vane and runner blade position is called cam relation. The following arrangements are distinguished:  - parallel control;  - follow-up control.  The head H can be arranged to influence the functional relationship additionally. In the follow- up control, either the guide vane or the runner blade servo can be in the lead.  **5.5.1.2 Implementation**  This can be implemented:  - electronically through function generators with and/or without the influence of head;  - mechanically by a cam, designed for the rated head (in the case of small head variations or reduced requirements);  - mechanically by a profiled cam which is shifted with varying head either:  a) electrically as a function of head, or  b) manually.  **5.5.1.3 Adjustment**  The defined functional relationship between guide vane and runner blade angle is generally based on specific or series model test results. The relationship may be verified or corrected on site by index measurements or measurements of the efficiency or other quantities.  **5.5.2 Dual control of turbines with needles and deflectors**  The deflector´s purpose is to limit the speed increase during load rejections and to control speed under isolated network operation when large perturbations occur. The control can be accomplished in the following ways:  - parallel control of needles and deflector;  - direct control of needles, control of deflector as follow-up control;  - direct control of the deflector, control of needles as follow-up control.  The follow-up control can be implemented:  - electronically by means of a function generator;  - mechanically by means of a cam in the forward path;  - mechanically by means of a cam in the feedback path.  **5.5.3 Multiple control**  It is applied in the case of individual guide vane and individual needle control. Individual servomotors are very often controlled in parallel.  **5.5.4 Other relationships**  The following examples are related to equipment according to 5.16.1 to 5.16.3:  - runner blade and guide vane angle and possibly the position of the servomotor of a draft tube gate following a load rejection to minimize surge;  - guide vane angle and the position of a bypass valve following a load rejection to limit dynamic pressure variations and speed increases;  - guide vane angle and bypass position in normal operation and following a load rejection in the case of combined operation of a power station with an irrigation scheme.  **5.6 Actual signal measurement**  **5.6.1 General**  For the various control tasks, essentially the following variables are measured:  - rotational speed;  - power;  - water level;  - pressure;  - stroke.  **5.6.2 Rotational speed**  **5.6.2.1 Methods of rotational speed measurement for electronic governors**  - Hall-generator or toothed disk (if a free shaft end is not available) with impulse transducer;  - speed measurement at the generator via transducers (utilizing the residual remanence);  - tachogenerators, especially if a free shaft end is available;  - others.  **5.6.2.2 Methods of rotational speed measurement for mechanical-hydraulic governors**  - Belt drive of the flyweight head (in simple or existing plants)  Additional monitoring means are recommended to guard against breaking or slipping-off of the belt (belt guard).  - Motor drive of the flyweight head  The governor head drive-motor is fed from  a) a permanent magnet generator connected to the turbine shaft;  b) an additional winding of the main generator;  c) the winding of the main generator via a transducer.  In the cases b) and c) the governor head drive becomes effective only with the onset of excitation.  **5.6.3 Power output**  The power output is measured via a transducer. The input signal to the governor shall be sufficiently filtered, but with care in order to avoid the introduction of an inadequate delay.  **5.6.4 Water level**  The water level is measured electrically (e.g., via an electrode) or mechanically (e.g., via a float, a pressure transducer, a pneumatic transmitter or other sensors) and is transmitted to the water level controller.  **5.6.5 Actuator position (stroke)**  Position/motions (e.g. feedback signals) are picked up  - electrically (via rotational or linear transducers), or  - mechanically (via linkage, cable, driving band)  With electrical transducers these items are important:  - freedom from backlash in the mechanical components;  - environmental resistance;  - adjustability.  In case of linkages, backlash and undue forces (e.g., in the case of overstroking) shall be avoided. In case of cables and driving band, sufficient pre-tension is important. The design of the system shall avoid resonance phenomena with suitable margins of safety.  **5.6.6 Signal transmission from electronic transmitters**  For the variables as per 5.6.2 to 5.6.5, usually 0 to 20 mA or 4 mA to 20 mA are used for signal transmission from the transmitter to the controller. Signals < 4 mA and > 20 mA are often used for signal monitoring. For signal transmission, shielded or twisted cables are required in order to suppress induction noise. The use of optical fibres may be opted for in the case where signals are transmitted in digital form.  **5.7 Manual control**  Manual control is understood as a means to set the turbine opening, using the positioning loop in the electronic governor or directly via the actuator(s). In any case, the unit’s safety still rests at least with the overspeed protection.  Manual control may be desirable to allow a continuation of power generation in the case where the governor control loop or parts of it are out of order. Also manual control may be regarded as helpful in the commissioning phase of turbines and for maintenance activities.  Depending on the degree of impairment of the system, allowable manual control will be arranged to bypass an increasing number of functions. Costs rise as more functions are bypassed. Also, the use of a proportional setting incurs higher costs than an impulse type setting.  The following general possibilities can be implemented as manual controls  a) Manual control using the positioning loop in the electronic governor  The positioning loop for manual control is an integral part of the electronic governor, that means manual control is only available when the electronic governor functionality is not impaired. All supervision functions are active during operation of the turbine.  If higher availability of the unit is required, a redundant configuration of the electronic governor can be used. After the failure of one of the systems, the redundant one will take the control keeping the complete functionality.  b) Manual control by electronic proportional positioning  It sets the independent electronic positioning loop directly bypassing the governor control loop. The electronic positioning loop including the feedback is assumed to remain functional in this case. An independent power source and other redundancies can be arranged to enhance the system availability.  c) Manual control by integral or impulse positioning  It may actuate the control valve electronically or the (pilot) servomotor directly via separate on-off valves. The electronic positioning loop, including the feedback function, is assumed to be out of order in this case.  d) Manual control by mechanical proportional positioning  It positions the main control valve mechanically and requires a mechanical feedback. In cases where the amplifier arrangement does not include a mechanical feedback, it has to be provided for manual control purposes. The impact on costs should be considered.  **5.8 Linearization**  In some cases, it is advisable that a controlled variable follows the input signal linearly, e.g. the power output. The relationship between the input (setter) signal and the actuator stroke is non- linear in such a case.  Implementation:  - electronically via a function generator;  - mechanically via cams.  **5.9 Follow-up controls**  In case a bump-free transition from one operational mode into another is specified in combined control system configurations with selectors (Figures 10 to 13) the command signals of the control which is not on the line shall be made to follow the respective controlled variable and/or to correspond to it in the instance of change-over. In analog systems especially, follow-up controls incur additional costs.  Examples  - The power output controller command signal follows the actual power output signal in the speed control mode.  - The speed command signal follows the actual frequency signal in the power output control mode.  - The manual control set point follows the actual actuator position in the various control modes.  - To minimize start-up times (see 5.14.1) the pre-opening can be adjusted to varying heads or a separate control loop can be arranged for the start-up phase (e.g., acceleration control).  - In the case of remote control, the respective local controls shall be made to follow the respective command signals.  **5.10 Optimization control**  Special control configurations may be provided to optimize the system with respect to the overall plant efficiency, the running smoothness or other criteria by means of:  - a staggered control of multiple needles in Pelton-turbines;  - a load distribution among several units in a plant;  - others.  **5.11 Monitoring parallel positioning of amplifiers**  In the case of guide vanes or needles with individual servomotors, monitoring the parallelism of the positioning is recommended. For this purpose, the deviation of the position of each servomotor from the average of the total is monitored. When the deviation exceeds a given limit, a warning or a shut-down is initiated. Also the control deviation of the individual positioning loop can be monitored. If it does not return to approximately zero in a given time span a warning or a shutdown is initiated.  **5.12 Provision of actuating energy**  **5.12.1 General**  The necessary actuating energy is provided predominantly by oil hydraulics.  The minimum required pressure follows from the required regulating capacity and the volume of the servomotors:  =  There are systems with and without accumulators to be distinguished.  ⁵ Friction included.  Systems with accumulators are preferred, where quick delivery of large amounts of actuating energy is called for (e.g., in the case of power output-frequency control or when stringent requirements in frequency control prevail).  **5.12.2 System with an accumulator**  **5.12.2.1 Pressure tank (air/oil accumulator)**  For maximum applicable pressure and calculation the respective rules apply (ASME, European Directives, etc.). |
|  | |
| **20-р зураг - Даралтын савны агууламж ба даралтын хязгаар**  Дизайн даралт, pd  - Ашиглалтын даралтын хүрээ  Po- мин минут хүртэл  po мах = (0,85 to 1,0) pD [6](#_bookmark5)  po мин = (0,80 to 0,9) pD  - Таслах даралт (аваарын унтраалтын үед бага даралттай)  pT (po мин  pT  pR) [7](#_bookmark6)  - Хамгийн бага шаардагдах даралт  pR = (0,58 to 0,75) pD  *Хэрэглэх боломжтой газрын тосны хэмжээ*  - Нэг давталтын хяналт  Vu = 3 VS  - Хос хяналтын  ⁶ Ашиглалтын хамгийн их даралтыг тодорхойлохдоо аюулгүйн хавхлагын нээлтийн болон эцсийн даралтын талаарх дүрмийг хэрэглэнэ.  ⁷ Шахалтын Даралтыг pT сонгоно  Vu = 3 VSga + (1,5 to 2,0)VSru  Vu = 3 VSde + (1,5 to 2,0)VSne  хаана  Vs нь бүх серво хөдөлгүүрийн тосны хэмжээ;  VSga нь бүх чиглүүлэгч хавхлагийн серво хөдөлгүүрүүдийн нийт эзлэхүүн;  VSru нь ажлын дугуйн далбангийн серво хөдөлгүүрүүдийн хэмжээ;  VSde нь бүх дефлекторуудын серво хөдөлгүүрүүдийн нийт эзлэхүүн;  VSne бол зүүний серво хөдөлгүүрүүдийн нийт эзлэхүүн юм.  Тусгай тусгаарлагдсан сүлжээний ажиллагааны нөхцөлд илүү өндөр утгыг шаардаж болно.  *Тосны хамгийн бага хэрэглээ*  Сүлжээний тусгаарлалт шаардлагагүй бол ашиглах боломжтой газрын тосны хэмжээг хамгийн бага хэмжээнд хүртэл бууруулж болох бөгөөд энэ нь газрын тосны эзлэхүүн VT -тэй тэнцүү байна.  *V*T = *V*S + *q* l × t l + Vres  Тайлбар  *q* l бол газрын тосны бүх нийлүүлэлтийн системийн алдагдал;  t l нь операторуудын механик түгжигч эсвэл оролтын хавхлагыг хаах хугацааг баталгаажуулах цаг;  Vres нь даралтын савны доод хэсэгт эзлэхүүн хадгалах нөөц, түүний дотор агаарын урсгалыг аюулгүй байлгахын тулд аюулгүй байдлын хязгаарын хэмжээ, эзлэхүүн зэргийг багтаана.  **5.12.2.2 Поршений аккумлятор**  Газрын тос ба идэвхгүй хий (голчлон азот) -ын битүүмжлэлтэй поршений аккумляторыг агаар / тосны аккумляторыг хязгаарласан үндэсний кодоос илүү өндөр даралтад ашиглахыг зөвшөөрдөг. Үлдэгдэл газрын тосны хэмжээ, автомат хий дүүргэх шаардлага тавигдахгүй.  Поршений аккумуляторын системийн эзлэхүүнийг тооцоолохдоо хуримтлуулагчийн талбай дахь орчны температурыг хэт бага буюу орчны өндөр температурт поршений байрлал турбины хаалтын аюулгүй байдлыг баталгаажуулахгүй нөхцөлд хүргэхгүйг тооцно.  Зураг төслийн даралт, *P*D  - Ашиглалтын даралтын хүрээ  Pо-мин минут хүртэл  Pа мак ~ (0.80-1.0) *P*D 8  Pо мин ~ (0,75 - 0,9) *P*D  - Таслах дарамт (аваарын унтраалтын үед бага даралттай)  *P*T (Po min> *P*T > *P*R) 9  - Хамгийн бага шаардагдах даралт  8 Ашиглалтын хамгийн их даралтыг тодорхойлохдоо аюулгүйн хавхлагын нээлтийн болон эцсийн даралтын талаарх дүрмийг хэрэглэнэ.  9 *P*T Шахалтын Даралтыг *P*R сонгоно  *P*R = (0,5-аас 0,75) *P*D  *Тохиромжтой газрын тосны хэмжээ*  - Нэг эргүүл хяналтын  *V*U = 3 *V*S  - Хос хяналтын  *V*U = 3 VSga + (1,5-с 2,0) VSru  *V*U = 3 VSde + (1,5-аас 2,0) VSne  **5.12.2.3 Бортгон хэлбэрийн аккумлятор**  Энэ тохиолдолд газрын тос / хийн хэмжээг шууд хянаж чадахгүй тохиолдолд бортгон хэлбэрийн аккумляторыг хуримтлуулагчийн хадгалах энергийн хэмжээнээс хамааран нэгж агрегатыг аюулгүй зогсооход ашигладаггүй. Хэрэв турбиныг хаах ажиллагаа бусад аргаар (жишээ нь, хаалтын жин, хаалтын хавар гэх мэт) баталгаажсан бол бортгон хэлбэрийн аккумляторыг зөвшөөрнө.  Бортгон хэлбэрийн эвдрэлээс бүрэн урьдчилан сэргийлэх боломжгүй тул энэхүү шатанд газрын тостой холилдсон хий үлдсэн хэсэг рүү нийлүүлэгдэх эрсдэлийг авч үзэх хэрэгтэй. Системийн зарим даралт багатай хэсэгт хийнүүд нь бөмбөлөг хэлбэрт шилжинэ. Хийн бөмбөлгүүд нь системүүдийн зарим цэгүүдэд цуглах, эсвэл хавхлага ба цоргонуудаар дамжин тархана. Аль ч нөхцөл байдал нь байрлалын алдаа (тогтворгүй байдал, чичиргээ эсвэл серво үйлдлийн зарим хэсэг нь хэтэрхий хурдан хөдөлгөөний хоцрогдол) гаргах магадлалтай. Тиймээс "усны алх"-тай холбоотой чухал тохиргоонд (жишээлбэл, Пелтон турбины урт хоолойнууд гэх мэт), бортгон хэлбэрийн аккумляторыг ашиглахаас зайлсхийх, эсвэл нарийвчилсан судалгааг явуулсны дараа л зөвшөөрнө.  **5.12.2.4 Бусад систем**  Аюулгүй хаахад жингийн, эсвэл пүршээр ачаалласан хүч хураагуур (нам далантай турбин) болон даралтат хоолойн усны даралтыг ашиглан (өндөр далантай турбин) тосны даралтат шахуургын систем (хосолсон систем) -тэй хослуулан хэрэглэдэг.  Эдгээр хосолмол системүүд дэх тосны даралтын нийлүүлэлт доголдсон нөхцөлд ч турбиныг аюулгүйгээр хаах үйлдлийг хийхээр тооцоологдсон байгаа.  Нээлтийн ажиллагаа ихэнх тохиолдолд тосны даралтын тусламжтайгаар үйлдэгдэнэ.  **5.12.2.5 Хуримтлуурын системийн шахуурга**  Нэг минутад турбин нэг хосолсон сервомоторын эзлэхүүний хүчин чадалтай, эсвэл нэг минутын доторх нефтийн эзлэхүүнийг Po хамгийн багаас Po хамгийн их хүргэх цэнэгийн багтаамжтай хүчин чадалтай хоёр индукцийн мотороор ажилладаг хоёр шахуурга байдаг. Шахуургын хамгийн бага чадал нь шинжүүрийн хоёуланд нь хүчинтэй.  Турбин болон оролтын хавхлагийн хосолсон тосны гидравлик даралтын нэгжүүдийн хувьд хоёр шахуургын хосолсон чадал нь оролтын хавхлагыг 1 минутын дотор нээнэ. Ийм тосны гидравлик даралтын төхөөрөмжүүд хэрэв оролтын хавхлагыг хаахын тулд хаалтын жин эсвэл даралтын усны даралтаар гүйцэтгэж байвал аюулгүй гэж үзнэ.  Төхөөрөмжийн эхлэх цаг болон / буюу тохируулах үйл ажиллагаатай холбоотой өндөр шаардлага гарсан тохиолдолд илүү том шахуурга ашиглах хэрэгтэй.  Онцгой тохиолдолд (жишээ нь: гадны нийлүүлэлтгүйгээр эхлэх хүчин чадлыг хангах), хоёр дахь насосын хөтөч тогтмол гүйдлийн DC мотор, өндөр далантай станц дахь жижиг турбин, эсвэл турбины голоор. Зарим тохиолдолд алдагдах, хэвийн зохицуулалтыг хийх шахуургыг үндсэн шахуургад нэмэлтээр, эсвэл хоёр дахь том чадлын насосын оронд сонгож болно.  **5.12.2.6 Тосны нөөцийн сав**  Санал болгосон байршил нь дараах байдалтай байна:  - овоолгын сав нь бүрэн гидравлик системийн шингэнийг саванд хийх боломжийг бүрдүүлэх зориулалттай.  - энэ нь засвар үйлчилгээний зориулалтын бүрэн хоослолтыг зөвшөөрөх ба цанталтаас үүсэх усыг зайлуулах, ж.нь. бага зэрэг налуу хавтангаар хангадаг.  **5.12.2.7 Туслах тоног төхөөрөмж**  - Хөргөх ба халаах  Системийн тосыг хөргөх нь ихэвчлэн халуун орны бүсийн томоохон болон дунд хэмжээний нэгжүүдэд, голын хөндлөн дамжуулагчаар дамжуулан газрын тосны хуваарилалт бүхий Каплан турбинтай тохиолдолд л шаардагдана.  Хөргөх / халаах нь тосны зуурамтгай байдлыг хязгаарлахад ашиглана.  - Газрын тосны манан арилах  Бүх танк нь шүүгч болон газрын тосны хавхлагтай байх ёстой.Тааламжгүй нөхцөлд (жишээлбэл хаалттай давтамжийн агааржуулалтын систем бүхий гүний цахилгаан станцууд) газрын тосыг манангаар гадагшлуулах төхөөрөмжийг тусад нь байлгах нь зүйтэй.  **5.12.2.8 Даралттай хий нийлүүлэлт**  a) Даралтын савны хувьд  Даралттай агааржуулагчийг ихэвчлэн компрессороор хангана. Эдгээрийн дизайн даралтыг гидравлик систем PD-ийн дизайн даралтын хэмжээнээс хэтрэхээр сонгоно. Компрессорын хүчин чадал нь системийг дамжуулах хоолойн эсэргүүцлийг харгалзан хүссэн ачааллын хугацааг хангахад хангалттай байна.  Танкны эхний дүүргэлт хийхэд зориулсан хугацаа:  - 6 цаг 12 цагийн хооронд.  Агаарын хатаалтыг хангахын тулд зохих алхмуудыг хийнэ.  Автомат агаараар дүүргэх нь дараах нэмэлт тоног төхөөрөмжийг шаарддаг:- даралтын сав дахь хөвөх унтраалга;  - Даралтын савны даралтын унтраалга;  - компрессорын хяналтын модуль.  b) Аккумляторын хувьд  Хийн баллон болон тусгай ачааны тоноглол шаардлагатай.  **5.12.3 Хуримтлуулагчгүй систем**  **5.12.3.1 Тогтмол тос шахуургын систем**  Эдгээр системүүд нь байнгын тос шахуургын насос ашиглахаар тодорхойлогдоно. Тогтвортой нөхцөлд илүүдэл тосыг даралт хянах хавхлага эсвэл тойрог даралт тэнцвэржүүлэгчийн замаар гадагшилна.  Системийн хэрэглээг багасгахын тулд өөр өөр багтаамжийн хэд хэдэн шахуургыг ашиглах боломжтой, ялангуяа том хүчин чадлын гидравлик системийн хувьд тохиромжтой.  Гидравлик тосны шахуурга нь тодорхой урсцын хурдны нөхцөлд шаардагдах турбины нээлтийн болон хаалтын хугацааг хангахуйц хангалттай хүчин чадалтай байна. Нэмэлт хуримтлуурын нийлүүлэлт (хосолсон систем) зөвхөн нээлтийн хугацаанд зориулагдана. Таслалтын алдагдлыг хөргөлтийн системээр зохицуулна.  **5.12.3.2 Хувьсах урсгалын систем**  - Нээлттэй хэлхээний систем  Эдгээр системд (Зураг 21) хувьсах багтаамжийн насосыг ашигладаг. Энэ тохиолдолд насосны урсгал нь даралтын хяналтаар түр зуурын урсгалын шаардлагад тохирсон байдаг. Иймээс тогтмол шахуургын системтэй харьцуулахад шахуургын хүчийг авдаг. Мөн хөргөлтийн шаардлага багасаж байна. Насосны багтаамжийг 5.12.3.1-ийн дагуу тодорхойлно.  Түргэн даралтын бууралтаас зайлсхийхийн тулд жижиг хуримтлуурыг суурилуулж өгнө.  Аюулгүйн хавхлагатай байна. | **Figure 20 – Pressure tank content and pressure ranges**  Design pressure, pd   * + Operating pressure range   po max to po min  po max = (0,85 to 1,0) pD [6](#_bookmark5)  po min = (0,80 to 0,9) pD   * + Tripping pressure (minimal pressure for emergency shutdown)   pT (po min  pT  pR) [7](#_bookmark6)   * + Minimum required pressure   pR = (0,58 to 0,75) pD  *Recommended usable oil volume*   * + Single loop control   Vu = 3 VS   * + Dual control   ⁶ When determining the maximum operating pressure, the rules concerning the opening and final pressure of the safety valve apply.  ⁷ pT is chosen surch that pressure after closure does not drop below pR.  Vu = 3 VSga + (1,5 to 2,0)VSru  Vu = 3 VSde + (1,5 to 2,0)VSne  where  Vs is the oil volume of all servomotors;  VSga is the total volume of all guide vane servomotors;  VSru is the volume of the runner blades servomotor;  VSde is the total volume of all deflector servomotors;  VSne is the total volume of all needle servomotors.  In special isolated network operating conditions, higher values may be required.  *Minimum usable oil volume*  If isolated network operation is not required, the usable oil volume can be reduced to a minimum, which corresponds to the tripping oil volume VT according to:  *V*T = *V*S + *q* l × *t* l + *V*res  Where  *q* l is the leakage of the whole oil supply system;  t l is the time available up to ensuring a mechanical locking of the servomotors or closing time of inlet valve;  Vres is the volume reserve in the lower part of the pressure tank, including a safety margin and some volume to prevent air flowing into the system.  **5.12.2.2 Piston accumulators**  Commercial piston accumulators with a hermetic separation between oil and inert gas (mostly nitrogen) allow the application of higher pressures than those which national codes set as limits for air/oil accumulators. A residual oil volume and an automatic gas replenishment do not have to be provided.  For the design of the volumes of the piston accumulator system, the range of ambient temperature in the area of the accumulator has to be considered, in order to assure that extreme low or high ambient temperatures do not lead to situations related to the position of the piston, in which the closing safety of the turbine is not guaranteed.  Design pressure, *P*D  - Operating pressure range  po max to po min  po max = (0,80 to 1,0) *P*D 8  po min = (0,75 to 0,9) *P*D  - Tripping pressure (minimal pressure for emergency shutdown)  *P*T (po min > *P*T > *P*R) 9  - Minimum required pressure  8 When determining the maximum operating pressure, the rules concerning the opening and final pressure of the safety valve apply.  9 pT is chosen such that pressure agter closure does not drop below *P*R.  *P*R = (0,5 to 0,75) *P*D  *Recommended usable oil volume*  - Single loop control  *V*U = 3 *V*S  - Dual control  *V*U = 3 VSga + (1,5 to 2,0)VSru  *V*U = 3 VSde + (1,5 to 2,0)VSne  **5.12.2.3 Bladder accumulators**  As in this case the oil/gas volumes cannot directly be supervised, bladder accumulators may not be used if the safe closing of the unit depends on the amount of storage energy in the accumulator. If closing of the turbine is guaranteed by other means (e.g. closing weight, closing spring) bladder accumulators can be allowed.  As a breakage of the bladder cannot totally be prevented, this case including the consequent transport of gas dissolved in the oil to the rest of the system has to be considered. In parts of the system with lower pressure levels the gas will be released in form of bubbles. The gas bubbles may collect in some points of the system or flow through valves and orifices. Both situations may lead to a malfunction of the positioning (instabilities, vibrations or irregular partially too fast movements of the servos). Therefore specially in case of critical configurations regarding water hammer (e.g. Pelton turbines with long penstocks) the use of bladder accumulators should be avoided or only be allowed after having carried out detailed investigations.  **5.12.2.4 Other systems**  For shutdown safety, weight or spring-loaded accumulators (low-head turbines) and water pressure taken directly from the penstock (high-head turbines) partly in combination with oil pressure systems (combined systems) are used.  These systems are to be dimensioned in such a way that the turbine can be shut down safely,  i.e. also in the case of failure of the oil pressure supply in combined systems.  The opening is in most cases effected with oil pressure.  **5.12.2.5 Pumps for accumulator systems**  Two induction motor driven pumps are normally foreseen, each with a capacity of one combined servomotor volume of turbine per minute or with a capacity which can refill the oil volume ranging from po min to po max within one minute. As a general rule the smaller pump  capacity of both criteria will be valid.  For combined oil hydraulic pressure units for both turbine and inlet valve, the combined capacity of both pumps shall allow to open the inlet valve within 1 min. Such oil hydraulic pressure units are safe, if the closing of the inlet valve is performed by a closing weight or by water pressure from the penstock.  In case of higher requirements regarding the starting time of the unit and/or the regulating activity bigger pumps should be used.  In special cases (e.g. to provide a start-up capacity without external supply), the drive of a second pump can be by d.c. motor, a small turbine in high head plants or by the turbine shaft.  In some cases, a pump to handle leakage losses and normal regulation only may be selected in addition to the main pumps, or instead of the second large capacity pump.  **5.12.2.6 Oil sump tanks**  The recommended layout is as follows:  - the sump tank shall be designed to allow drainage of the complete hydraulic system into the tank;  - it shall also be designed to allow a complete emptying for maintenance purposes and to remove dew-point water, e.g. by providing a slightly inclined bottom plate.  **5.12.2.7 Auxiliary equipment**  - Cooling and heating  Cooling of the system oil is normally only required for large and medium size units in tropical zones and in the case of Kaplan turbines with servo-oil distribution through a shaft bearing.  Cooling/heating can be desirable to limit oil viscosity variations.  - Oil mist exhaustion  All tanks shall be equipped with at least a vent with filter insert and oil trap.  Under unfavorable conditions (e.g. underground power stations with closed loop air conditioning systems), separate oil mist exhaust equipment is desirable.  **5.12.2.8 Provision of pressurized gas**  a) For pressure tank  The pressurized air supply is usually provided by compressors. The design pressure of these shall be chosen to exceed the design pressure of the hydraulic system pD. The capacity of the compressors shall be sufficient to achieve the desired loading times taking into account the resistance of the piping arrangement of the system.  Recommended time for the first filling of the tank:  - between 6 h and 12 h.  Appropriate steps shall be taken to provide a drying of the air.  An automatic air replenishing requires the following additional equipment:  - a float switch in the pressure tank;  - a pressure switch at the pressure tank;  - a compressor-control module.  b) For accumulators  Gas bottles and a special loading device are needed.  **5.12.3 Systems without accumulator**  **5.12.3.1 Constant flow systems**  These systems are characterized by the use of constant displacement pumps. In the steady- state condition, the excess oil is discharged via a pressure control valve or a bypass.  In order to reduce the system’s consumption, several pumps of different capacities may be used, especially in the case of large capacity hydraulic systems.  The hydraulic pumps shall have enough capacity to achieve the desired turbine opening and closing times in the presence of the respective leakage rates. In case additional accumulators are provided (combined systems) only the opening time applies. The dissipation losses shall be handled by the cooling system.  **5.12.3.2 Variable flow systems**  - Open-circuit systems  In these systems (Figure 21) variable displacement pumps are used. The pump discharge in this case is adapted to the momentary flow requirement by means of a pressure control. Pumping power is therefore saved in comparison with a constant flow system. Also, cooling requirements are reduced. The pump capacity is determined according to 5.12.3.1.  A small accumulator is recommended to avoid momentary pressure drops. A safety valve shall be provided. |
|  | |
| **21-р зураг – Нээлттэй-хэлхээний систем**  - Хаалттай хэлхээний систем  Эдгээр системүүд нь насосны урсгал болон түүний чиглэлийг хянадаг. Иймээс насос нь гидравлик энергийг үйлдвэрлэх, түгээх үйл ажиллагааг хослуулдаг. Роторын эргэлтийг тохируулах байрлалын дохиогоор шахуургын насос ажилладаг тул хяналтын хавхлага шаардлагагүй.  Сервомоторын 2 талыг хамгаалалттай хавхлагаар хамгаалах хэдий ч илүүдэл даралт сервохөдөлгүүрийн ажлын чиглэлийн эсрэг хавхлагаар хаягдах учиртай.  Дотоод алдагдлыг нөхөхийн тулд эсвэл сервомоторын ажлын талбайн ялгаатай байдлыг хангахын тулд буцах хавхлагаар дамжуулан шингэн сэлбэлт хангагдана.  Эдгээр системүүд нь удирдлагатай газрын тосны даралтын хэрэгцээг хангахын тулд бага оврын тогтмол шахуургын насос шаарддаг.  **5.12.4 Шууд цахилгаан байрлуулагч**  Жижиг оврын турбинуудын хувьд цахилгаан серво хөдөлгүүрт чиглүүлэгч хавхлагийн үйлдлийн системийг заримдаа тохиолдолд ашиглана. Энэ тохиолдолд аюулгүйн зогсолтыг зэрэгцээ оруулах хавхлагт хаалтын хэлхээгээр, эсвэл тусдаа тэжээлийн эх үүсвэрээр хангах боломжтой.  **5.12.5 Гидрийн шингэний сонголт хийх зөвлөмж**  Усан турбин суурилуулахдаа ижил тосыг заримдаа роторын эргэлтийг тохируулах удирдлагын системд, үндсэн ба туслах машины холхивчийн тосолгоонд хэрэглэдэг.  Тосны зуурамтгай чанарыг турбины төрөл, дизайн, үйл ажиллагааны температурт тохируулан сонгоно.  Хэвийн тохиолдолд нэмэлт бодисгүй тос хангалттай байдаг. Ашиглалтын өндөр даралтын үед тусгайлсан ашиглалтын хугацааг нэмэгдүүлэхийн тулд нэмэлтүүдтэй тосыг сонгоно.  Тодорхойлолтын талаар ISO 3448 стандартаас лавлана уу.  **5.13 Цахим хяналтын системийн эрчим хүчний хангамж**  Роторын эргэлтийг тохируулах удирдлагын цахилгаан хангамжийн багцыг тогтмол гүйдлийн d.c. зай хураагуур, эсвэл дотоод зай хураагуурын багцыг станцын хувьсах гүйдлийн a.c. цахилгаан хангамжид холбоно.  Аль нэг систем дэх хүчдэлийн уналтад ороход автоматаар холболтын өөрчлөлт хийхээр тавигдана.  Тогтмол гүйдлийн хэлбэлзэл  DC : +10% / -20% 10  Хувьсах гүйдлийн хэлбэлзэл  AC : +5% / -10% 11  Алдааны мониторингийг хийх шаардлагатай.  **5.14 Үйл ажиллагааны шилжилт**  **5.14.1 Эхлэх болон синхрончлол хийх**  Эхлэх үе шатанд (Зураг 22-г үз) хурд болон цаг хугацааны муруй нь эхлээд нэгж хурдатгалын тогтмол, "усан алх"-наас сэргийлэх зөвшөөрөгдөх чиглүүлэгч далбангийн буюу зүүний нээлтийн хурд зэргээр голлон тодорхойлогдоно. Хожим нь, хурдны 80 орчим хувь нь хурдтай хүрэх үед роторын эргэлтийг тохируулах удирдлагын систем ихэвчлэн хурд болон цаг хугацааны муруйг тодорхойлно Энэ үе шатанд, зорилго нь хүлээн зөвшөөрөх боломжтой хугацааны дотор синхрончлолын бэлэн байдалд хүрэх явдал юм. Энэ хугацаан дахь роторын эргэлтийг тохируулах гүйцэтгэлийг хэмжихэд энэ хугацааг тооцож үзэх хэрэгтэй. Синхрончлолын гүйцэтгэл нь энэ асуудалд ороогүй болно.  ТАЙЛБАР 1: Синхрончлолын орчинд хурд өөрчлөлтийн түвшин dx / dt нь өгөгдсөн утгын хэмжээнээс хэтрээгүй тохиолдолд синхрончлолын бэлэн байдалд хүрдэг.  ТАЙЛБАР: 2 t0,8 гэдэг нь хурдны 80% -д хүрэх хугацаа юм.  ТАЙЛБАР 3 tSR нь синхрончлолын бэлэн байдлын хүрч болох хугацаа юм.  ТАЙЛБАР 4: tS нь генераторыг асаасан цаг хугацаа юм.  ТАЙЛБАР 5 Зөвлөмж болгосон утгууд:  Синхрончлолын бэлэн байдал (0,995-101) / сүлжээ  Синхрончлолын хурд өөрчлөлтийн хурд dx / dt = 0,003 s-1  tSR / t0,8 = 1,5 - 5.0 байна  Сүлжээний давтамжийн төлөв тогтвортой буйг тодорхойлно. TSR / t0 8-ийн доод утгууд нь оргил ачааллын горимын цахилгаан станцуудад гидравлик таатай нөхцөлд тавигдах бөгөөд суурь ачааллын горимын станцуудад өндөр байна. Даралтат савны нөлөөлөл болон / эсвэл бусад гидравлик хэлбэлзлийн үзэгдлүүдтэй байх үед өндөр утга зөвшөөрөгдөнө.  ¹º –15 % can be specified by mutual agreement.  ¹¹ For direct supply from the generator, these values may be highest. | **Figure 21 – Open-circuit system**  - Closed-circuit systems  These systems are characterized by the fact that the pump flow and its direction are both controlled. The pump therefore combines the function of producing and distributing hydraulic energy. A control valve is not needed, as the pump is directly actuated by the positioning signal of the governor.  Both servomotor sides shall be protected by safety valves which should preferably discharge into the opposite servomotor side.  In order to cover internal leakages and/or to accommodate for servomotor area differences, means of replenishment via check valves shall be provided.  These systems additionally require a small constant displacement pump to cover the need for pilot oil pressure.  **5.12.4 Direct electric positioner**  For small size turbines, guide vane operating systems driven by an electric servomotor are sometimes applied. Shutdown safety can in this case be provided by a parallel inlet valve closing circuit and/or by a separate power source.  **5.12.5 Recommendation for hydraulic fluid selection**  In water turbine installations, the same oil is sometimes used for both governor system and the lubrication of main and auxiliary machinery bearings.  The oil viscosity is selected to suit the type and design of the turbine and also the prevailing operating temperatures.  In normal cases an oil without additives is sufficient. Oils with additives are chosen in order to increase the lifetime specially in case of high operating pressures.  Concerning specifications, refer to ISO 3448.  **5.13 Power supply for electronic control systems**  The power package of the governor is to be connected to the station d.c. battery or an internal battery pack and to the station a.c. supply.  An automatic change-over in the case of a voltage drop in either system is recommended.  DC range: +10 % / –20 % [10](#_bookmark9)  AC range: +5 % / –10 % [11](#_bookmark10)  Fault monitoring is recommended.  **5.14 Operational transitions**  **5.14.1 Start-up and synchronization**  During the start-up phase (See Figure 22), the speed versus time curve is at first mainly determined by the characteristics of the installation such as the unit acceleration constant, the allowable guide vane or needle opening rate with regard to waterhammer, etc. Later, when approximately 80 % of rated speed is reached, the governor mainly determines the speed versus time curve. In this phase, its objective is to reach synchronization readiness within an acceptable time span. This time span may be considered to gauge a governor´s performance in this function. The performance of the synchronizer is not included in this consideration.  NOTE 1 Synchronization readiness is achieved, when the speed change rate dx/dt does not exceed a given value within the synchronization band.  NOTE 2 t0,8 is the time at which 80 % of rated speed is reached.  NOTE 3 tSR is the time at which synchronization readiness is reached.  NOTE 4 tS is the time at which the generator is switched on line.  NOTE 5 Recommended values:  Synchronization band (0,995 to 1,01) fnetwork  Speed change rate for synchronization dx/dt = 0,003 s–1  tSR/t0,8 = 1,5 to 5,0  Steady state of network frequency is presupposed. The lower values of tSR/t0,8 apply to peak load power stations with favourable hydraulic conditions, the higher to base load installations. In the presence of pronounced surge tank influences and/or other hydraulic oscillatory phenomena, higher values are tolerated.  ¹º –15 % can be specified by mutual agreement.  ¹¹ For direct supply from the generator, these values may be highest. |
|  | |
| **22-р зураг – Синхрончлол хийж эхлэх үеийн хурдны муруй**  **5.14.2 Хэвийн унтраалт**  Үйл ажиллагааны шийдвэрийн тохиолдолд хэвийн унтраалт идэвхэждэг. Энэ нь хяналтын системээс тушаалын дохиогоор хянагддаг.  **5.14.3 Гэнэтийн ачааллыг бууруулах**  Ачааллыг бүрэн бууруулсны дараа (жишээ нь сүлжээний цахилгаан таслалтын улмаас) хурд нэмэгдэх нь, жишээ нь усны цохилтоос хамааралтай бүрэн хаагдах зөвшөөрөгдөх хугацаа болон нэгж хурдатгалын тогтмол хугацаа (23-р зургийг харна уу)-ны тохируулга зэргээс хамаарна. Үүнээс хойш роторын эргэлтийг тохируулах удирдлагын гүйцэтгэлийн хурд ба хугацааны муруйг¹² тодорхойлогдоно.  ТАЙЛБАР 1 Хугацааны тохируулагч : хурдны тогтоосон цэгээс хурдны хазайлт ±1 %-аас бага болсноос хойших хугацаа  ТАЙЛБАР 2 Хамгийн их хурд : ачааллыг бууруулсны дараах ( хамгийн их хурд.  ТАЙЛБАР 3 Хамгийн бага хурд : ачааллыг буруулсны дараах хамгийн бага хурд  ТАЙЛБАР 4 Зөвлөмж болгож буй утгууд:  / = 2,5-ээс 8 (Пелтоны нэгж нь (нэгжийн чөлөөт удаашралт) ба өндөр толгойтой тохиолдолд Франсисийн турбины 15 хүртэлх утгад хүрч болно).  / = 0.85 –аас 0.95 (нэгж нь сүлжээнээс тусгаарласны дараа станцын үйлчилгээний сүлжээнд нийлүүлдэг тохиолдолд л хамаарна).  12Зөвхөн тодорхой хурдтай турбинтай тохиолдолд буулгах болон эргүүлэх шинж чанар нь мэдэгдэхүйц нөлөөтэй байж болно. | **Figure 22 – Start-up speed curve up to synchronization**  **5.14.2 Normal shutdown**  Normal shutdown is activated in case of operational decisions. It is controlled with a command signal from the unit control system.  **5.14.3 Sudden load rejection**  The speed rise following a full load rejection (e.g. due to electrical disconnection from the grid) depends on the installation, e.g. on the allowable closing time with regard to the waterhammer and on the unit acceleration constant etc. up to the beginning of the settling phase (see Figure 23). From that time on, the performance of the governor determines the speed vs. time curve¹².  NOTE 1 Regulating time : time, after which the speed deviation from the speed setpoint remains below ±1 %.  NOTE 2 Maximum speed : maximum speed after a load rejection (at ).  NOTE 3 Minimal speed : lowest speed after a load rejection.  NOTE 4 Recommended values: / = 2,5 to 8 ( in case of Pelton-units (free slow-down of unit) and high head, Francis turbines values of up to 15 may be reached).  / = 0,85 to 0,95 (applies only in the case when the unit supplies the station service network after separation from the grid).  12 Only in the case of low specific speed turbines, the discharge and torque characteristics may be of considerable influence. |
|  | |
| **23-р зураг – Ачаалал бууруулах**  **5.14.4 Үйл ажиллагааны бусад шилжилтүүд**  Турбины горимоос гадна өөр үйлдлийн горимууд байдаг учраас нэмэлт үйл ажиллагааны янз бүрийн шилжилтүүд үүсдэг. Шилжилтийн цагийг өөр өөрөөр тохиролцох шаардлага гарна.  **5.15 Аюулгүйн төхөөрөмж / схем**  **5.15.1 Ерөнхий зүйл**  Нэгжийн таслах дарааллын төрөл нь нэгж хяналтын систем болон хамгаалалтын системтэй холбоотой; Тиймээс турбин удирдах систем ба холбогдох аюулгүй ажиллагааны төхөөрөмж / схемийн ажиллагаа нь энэ системийн холбогдох шаардлагуудын дагуу байх ёстой.  **5.15.2 Түргэн унтраалт болон аваарын унтраалт**  **5.15.2.1 Ерөнхий зүйл**  Түргэн унтраалт, аваарын унтраалтын стратегийг тодорхойлохын тулд, шидэлт хийх үйлдэл, алгасах үйлдэл, сервомоторыг унтраахыг санаачлагч төхөөрөмжүүд болон шидэх шалгууруудыг ялгах, хослуулах хэрэгтэй:  **5.15.2.2 Таслах үйлдэл**  - Сервомоторыг хаалттай байрлалд шилжүүлэх  - Таслуурыг залгах  **5.15.2.3 Сервемоторын тасалдлыг эхлүүлэх төхөөрөмж**  - Турбины засаг захиргааны систем  - Засаг захиргаа-бие даасан зогсоолын хавхлага  **5.15.2.4 Таслах шалгуур**  - Механик гэмтэл  - Нэгж дэх цахилгаан гэмтэл  - Удирдах тогтолцоонд ноцтой алдаа  - Аваарын унтраалтын үед товчлуур дарах  **5.15.2.5 Таслах стратеги**  Одоогийн байдлаар хэд хэдэн өөр өөр стратеги нь олон янзын шалгуурууд, өөр өөр сервомоторын унтраалтын санаачлагч төхөөрөмжүүдийн янз бүрийн хослолуудаас шалтгаалан нийтлэг практикт өргөн ашиглагддаг.  Олон улсын нийгэмлэгүүд өнөөдөр харилцан адилгүй, өнөө үед зөрчилдөж байгаа тул "аваарын унтраалт", "түргэн унтраалт" гэсэн нэр томьёог стандартчилах боломжгүй юм.  Хавсралт С-д хоёр янзын өргөн хэрэглэгддэг стратеги, аваарын / түргэн унтралтын тодорхойлолтуудыг жишээ болгон оруулсан.  **5.15.3 Хэт эргэлтээс хамгаалах төхөөрөмж**  Дараах төрлийг хэрэглэж болно:  - Роторын эргэлтийг тохируулах хяналт дор, нэгдсэн хэмжих системийн цахилгаан хурдны контактууд;  - Роторын эргэлтийг тохируулах хараат бус хэмжих системийн цахилгаан хурдны контактууд;  - Механик аюулгүйн савлуураар солигдсон цахилгаан хурдны контактууд;  - механик аюулгүйн савлуураар шууд идэвхжүүлдэг гидравлик тосолгооны төхөөрөмж.  **5.15.4 Холбоос**  - Роторын эргэлтийг тохируулах системийн алдаа ба аюултай нөхцөлөөс зайлсхийхийн тулд роторын эргэлтийг тохируулах удирдлагын систем болон гол хаах хавхлаг / хаалтын хоорондох цахилгаан ба / эсвэл гидравлик холбоос.  - Роторын эргэлтийг тохируулах чиглүүлэгчийн далбангууд механик ба / эсвэл гидравлик холбоос нь түргэн эсвэл аваарын унтраалтын дараа дахин нээгдэх боломжоос хамгаална.  - Зүүг хянах ба тоормосны хоорондох цахилгааны холбоос .  **5.16 Нэмэлт тоног төхөөрөмж**  **5.16.1 Даралтын өөрчлөлтийг бууруулах арга хэмжээ**  Энэ зорилгоор тойрог зам(by-pass)-ыг турбинтэй зэрэгцээ байрлуулах ба хаах эргэлтийн хурд болон гол жолоодлогын хурднаас хамааран тодорхой хязгаарлагдмал хугацаанд нээгдэнэ.  Онцгой тохиолдолд эдгээр төхөөрөмжийг суурин урсгалыг хадгалахад ашиглаж болно (ж.нь., Усалгааны схемд нэвтрэх хөндлөн холболтыг тойрч гарах).  Нэмэлт тоног төхөөрөмжөө алдахаас сэргийлэхийн тулд нэмэлт арга хэмжээ авна, жишээ нь: нэмэлт тоног төхөөрөмжийг алдах тохиолдолд чиглүүлэгч хавхлага болон нэмэлт тоног төхөөрөмж хооронд хэмжээст холбоос, эсвэл үндсэн сервомоторын хаалттай байх хугацааг сунгаж болно.  Нэмэлт тоног төхөөрөмжийн хяналт, мэдрэмжийг үйл ажиллагааны шаардлагын дагуу тодорхойлно. Ус дамжуулах хоолойн систем (даралтат хоолой, цистерн сав гэх мэт) -ийг боловсруулахдаа онцгой анхаарал тавих хэрэгтэй.  **5.16.2 Урсацын хяналт**  Нам далантай суурилуулалтын хувьд урсцыг хяналтад байлгаж болно. Үүний гол зорилго нь турбин дамжин өнгөрөх урсгалыг тохируулах замаар ачааллаас татгалзсан тохиолдолд гол мөрний урсцыг хянах явдал юм. Ачаалал хаясны дараа тухайн урсгалын хурдыг хангахын тулд ажлын дугуйн далбангийн нээлтийн тодорхой байршилд авчирдаг. Роторын эргэлтийг тохируулагч нь иймэрхүү тохиолдолд чиглүүлэгч хавхлагийг удирдсан хэвээр байна.  Дараах хүчин зүйлүүд чухал ач холбогдолтой:  - таслах шалгуур (сүлжээний доголдлоос ачаалал унах буюу давтамж савлах зэргээс шалтгаалан);  - тоног төхөөрөмжийн идэвхжүүлэх урсгалын доод хязгаар;  - системийн идэвхтэй урсгалын хурдыг өөрчлөх;  - далангийн хязгаар, зарцуулгын хэмжээ;  - систем идэвхэжсэн хугацаа;  - турбины хурд;  - станцын үйлчилгээний системийн хангамж.  **5.16.3 Хурдны өсөлтийг бууруулах тоног төхөөрөмж, арга хэмжээ**  Дамжуулах хоолойн инерцийн бага, эсвэл зөвшөөрөгдөх даралт багатай тохиолдолд урт хоолойгоор тоноглогдох үед ачааллаас татгалзсаны дараа хурдны хэмжээг багасгах арга хэмжээ авах шаардлага гарч болно. Үүнийг дараах байдлаар танилцуулж болно:  - тойрох (5.16.1 дагуу);  - ажлын дугуйн далбангийн тохируулгаар (5.16.2-ийн дагуу);  - илүүдэл хүчийг шингээх резистор (мөн жижиг усан цахилгаан станцын хурдыг хянах).  **5.16.4 Усан цахилгаан станцын голын төв урсцын хяналт**  Оролтын дохио, гараар эсвэл автоматаар станцын төв хяналтын системээр дамжин, нэгжийн роторын эргэлтийг тохируулагчийн удирдлагын дамжуулан гадагшлуулах усны зарцуулгыг тогтооно. Чиглүүлэгч хавхлагийн нээлт буюу ажлын дугуйн далбангийн өнцөг зэргийг турбины урсгалын муруйг харгалзан урсгалын хурдны хариу дохио болгон ашиглаж болно.  Төвийн урсгалыг хянах нь голын дагуух хэд хэдэн цахилгааны станцын системд зориулсан урсгал зарцуулалт болон цаг хугацааны функцийг хангах зорилготой.  Дараах шаардлагыг тавина:  - хурдан эхлүүлэх ба синхрончлох;  - янз бүрийн далангийн өндөрт дасан зохицох;  - нээлтийн хугацааны хязгаарлалтыг өөр өөр болгох боломж.  **5.16.5 Тоормос**  Тоормосыг зогсоох үйл явцад нэгжийн удаашруулах хугацааг богиносгодог.  Цахилгаан болон механик тоормосыг удирдлагын тогтолцооны нэг хэсэг гэж тооцдоггүй бөгөөд тусгай тохиолдолд гидравлик тоормослох ажлыг гүйцэтгэдэг:  - Каплан турбины хувьд, дээд хурдны хязгаарт ажлын дугуйн далбангийн өнцгийг нэмэгдүүлэх;  - Пелтон турбины хувьд нэмэлт хувин (тоолуур) нь хошууны араар ажилладаг.  **5.16.6 Үйл ажиллагааны синхрон конденсаторын горим**  Синхрон конденсаторын буюу фазын шилжилтийн горимд реактив хүч үүсгэдэг. Генератор синхрончлогдсон байна. Ихэвчлэн чиглүүлэгчийн хавхлага хаалттай, ажлын дугуй инерцээрээ агаарт эргэлдэх буюу турбин нь салгагдаагүй байна. Энэхүү синхрон конденсаторын горимыг цахилгааны тэжээлийг нөөцлөх нөөц болгон, сүлжээнд ачааллын нөөцөөр ашиглах боломжтой. 5.17 Роторын эргэлтийг тохируулагч бүрэлдэхүүн хэсгүүдийн байгаль орчны тохиромжтой байдал **5.17.1 Чичиргээ ба шок эсэргүүцэл**  Турбин суурилуулсан хувиргагчууд нь их хэмжээний чичирхийлэлд өртөж, байгаль орчны ийм нөхцөлийг аюулгүйгээр тэсвэрлэдэг.  Толгойн бүрхүүл буюу чиглүүлэгч хавхлагийн хөдөлгүүр суурилуулсан хөдөлгөөн дамжуулагчийн мэдрэгч (хувиргагч болон дамжуулагч) нь холбогдох давтамжийн түвшинд дараах чичиргээний ачааллыг тэсвэрлэж, бүрэлдэхүүн хэсгийн үйл ажиллагааг алдагдуулахгүйгээр тэсвэрлэнэ:  - чичиргээ эсэргүүцэл: хамгийн их 10 гц - 100 Гц давтамжтай 5 g хурдтай (IEC 60068-2-6 стандартын дагуу тодорхойлсон);  - шок эсэргүүцэл: хамгийн их. хурдатгал 20 g (IEC 60068-2-27 стандартын дагуу тодорхойлсон)  Турбинд ногдуулах чичиргээний ачаалал нь турбины төрөл, бүрэлдэхүүн хэсгийн байршлаас хамаарах тул зарим тохиолдолд тусгай шаардлагыг зөөлрүүлж болно.  **5.17.2 Температур ба чийгшил**  Үзүүлэлтүүд  Хяналтын тоног төхөөрөмж нь бүрэлдэхүүн хэсгийн үйл ажиллагаанд сөргөөр нөлөөлөхгүйгээр дараах орчны нөхцөлийг тэсвэрлэнэ:  - температурын хязгаар: +5 ° C - +40 ° C;  - харьцангуй чийгшил: 40 ° C-т 85% байна.  Температур ба харьцангуй чийгшлийн бодит нөхцөлийг багц болгонд тохиролцох хэрэгтэй. Шүүдэр цэгт хүргэж болохгүй. Шаардлагатай тохиолдолд тусгай арга хэмжээ авна (халаалт, агааржуулагч).  **5.18 Цахилгаан соронзон зохицол**  Холбогдох дархлааны туршилтыг IEC 61000-4-1 дээрээс олж үзнэ. CISPR 11 ялгаралтын туршилтыг хэрэглэнэ.  **6 Зөвлөмжийг хэрхэн хэрэгжүүлэх талаар**  Практикт 4 ба 5-р зүйлд заасан шаардлагууд ба шинж чанаруудыг сонгохдоо угсралтын төрөлд хамаарах болно.  Ингэснээр хооронд нь ялгах шаардлагатай байна  - оргил ачааллын цахилгаан станц;  - суурь ачааллын цахилгаан станц;  - индукцийн генераторуудтай цахилгаан станцууд.  Энгийн хялбар нөхцөлд шаардлагагүй хатуу шаардлага тавигдахгүй. Тиймээс суулгах гурван төрөл тус бүрд хоёр төрлийн шаардлагыг дурдаж болно:  - хамгийн бага шаардлага;  - нэмэлт шаардлага.  Хамгийн бага шаардлагыг бүх тохиолдолд биелүүлнэ. Тэдгээр нь ихэвчлэн цахилгаан станцын хувьд хязгаарлагдмал хэмжээний мониторинг, автоматжуулалттай байх ёстой. Нэмэлт шаардлагууд нь жишээлбэл цахилгаан станцыг сүлжээнд эсвэл цахилгаан станцуудын нэгдэлтэй холбож өгөх үр дүн байж болно. Тэд мөн навигацийн, усжуулалтын шаардлагаас үүдэн гарч болно.  Цахилгаан станцын ангилал бүрийн хувьд зөвлөмжийг роторын эргэлтийг тохируулах тохиргооны параметрүүдийн хувьд өгнө.  Тодорхойлолтыг бий болгоход туслах зорилгоор дараах өгөгдлийн хуудсыг боловсруулсан болно. Хэрэглэгчийн үе шатанд аль хэдийн худалдан авагч эсвэл нийлүүлэгчийн цуглуулсан байх ёстой өгөгдлийг хуудасны зүүн гар талд давхар босоо шугамаар тэмдэглэнэ. Бусад бүх мэдээллийг гэрээний гүйцэтгэл эсвэл гэрээний хэрэгжилтийн явцад хийх шаардлагатай. | **Figure 23 – Load rejection**  **5.14.4 Other operational transitions**  Various additional operational transitions result in case there are other operational modes provided besides the turbine mode. The different transition times shall be agreed upon.  **5.15 Safety devices/circuits**  **5.15.1 General**  The different types of shutdown sequences of the unit are in relationship with the unit control system and the protection system; therefore the operation of the turbine governing system and associated safety devices/circuits has to be in accordance with the corresponding requirements of this system.  **5.15.2 Quick shutdown and emergency shutdown**  **5.15.2.1 General**  For the definition of the tripping strategies for quick shutdown and emergency shutdown, tripping actions, servomotor shutdown initiating devices and tripping criteria have to be distinguished and combined:  **5.15.2.2 Tripping actions**  - Moving of the servomotor to the closed position  - Opening of the circuit braker  **5.15.2.3 Servomotor shutdown initiating devices**  - Turbine governor system  - Governor-independent shutdown valve  **5.15.2.4 Tripping criteria**  - Mechanical fault  - Electrical fault in the unit  - Serious fault in the governing system  - Emergency shutdown push-button pressed  **5.15.2.5 Tripping strategies**  There are several different tripping strategies widely used as common practice today depending on a combination of different tripping criteria, different servomotor shutdown initiating devices and the corresponding sequence of tripping actions.  The terms "quick shutdown" and "emergency shutdown" cannot be standardized at the time being, because the terms are used differently and contradictory today in the international community.  Annex C contains two different widely used strategies and emergency/quick shutdown definitions as examples.  **5.15.3 Overspeed protection device**  The following types are used:  - electrical speed contacts of a measuring system integrated with and monitored by the governor;  - electrical speed contacts of a measuring system independent of the governor;  - electrical speed contacts switched by a mechanical safety pendulum;  - oil hydraulic tripping device directly activated by mechanical safety pendulum.    **5.15.4 Interlocks**  - Electrical and/or hydraulic interlocks between the governing system and the main shut-off valve/gate to avoid erroneous control modes or dangerous conditions.  - Mechanical and/or hydraulic interlocks of the guide vane to protect against possible re- opening after quick or emergency shut-downs.  - Electrical interlock between needle control and braking (counter) nozzle.  **5.16 Supplementary equipment**  **5.16.1 Measures to reduce pressure variations**  To this effect, a bypass may be provided parallel to the turbine, which opens for a limited time span as a function of the closing movement and the closing speed of the main actuator.  In special cases, such devices may be used to maintain stationary flow (e.g., bypass cross connection to an irrigation scheme).  Additional measures shall be taken to guard against failure of such supplementary equipment, e.g. volumetric coupling between guide vanes and the supplementary equipment or provision for an extended closing time of the main servomotor in the case of a failure of the supplementary equipment.  The control of the supplementary equipment and its sensitivity shall be described and in accordance with the operational requirements. Special care should be taken in the design of the water passages system (pressure pipe, surge tank, etc.).  **5.16.2 Surge control**  Surge control may be provided in low head installations. Its aim is to limit surge in rivers in the case of a load rejection by arranging for a continued flow through the turbine. For this purpose,  the runner blade opening is brought to a certain position to provide a given flow rate after load rejection. The governor usually still acts on the guide vanes in such a case.  The following factors are of importance:  - tripping criteria (power drop or frequency deviation due to network failure);  - the lower flow rate limit, above which the equipment is activated;  - the allowable flow rate variation with the system activated;  - limits in head and flow rate;  time span during which the system is activated;  - turbine speed;  - station service system supply.  **5.16.3 Equipment and measures to lower the speed rise**  In unfavorable cases such as in the case of low moments of inertia or a low allowable pressure rise in installations with long conduits, measures to reduce speed rise after load rejection may be necessary. The following may be introduced to this effect:  - bypass (according to 5.16.1);  - runner blades opening control (according to 5.16.2);  - resistors to absorb excess power (also for speed control in small hydro installations).  **5.16.4 Central flow rate control in river power station systems**  The input signal set manually or automatically through a central control station acts upon the opening setpoint resp. unit related flow setpoint of the local governor. The guide vane opening or the runner blades opening may be used as a flow rate feedback signal taking into account the characteristic curves of the turbine.  Central flow rate control aims at providing a given flow rate versus time function for a system of several cascade power stations along a river.  The following requirements apply:  - rapid start-up and synchronization;  - adaptation to varying heads;  - possibility to activate different opening limiter times.  **5.16.5 Brakes**  Brakes are used to shorten the slowdown time of the unit in the shutdown process.  While electric and mechanical brakes are usually not regarded as part of the governing system, in special cases hydraulic braking is implemented:  - in the case of Kaplan turbine, in the upper speed range by increasing the runner blades opening;  - in the case of Pelton turbines, by additional braking (counter) nozzles, which act on the back of the buckets.  **5.16.6 Synchronous condenser mode of operation**  In the synchronous condenser or phase shifting mode of operation, reactive power is produced. The generator is synchronized. Normally the guide vanes are closed and the runner rotates in air or the turbine is uncoupled. In addition synchronous condenser mode can be used to operate the unit as spinning reserve, capable to provide fast power reserve to the grid.  **5.17 Environmental suitability of governor components**  **5.17.1 Vibration and shock resistance**  Turbine-mounted transducers are often subjected to considerable levels of vibration and shall withstand such environmental conditions safely.  Head-cover or guide vane servomotor-mounted stroke sensors (transducers and transmitters) shall withstand the following vibration load without resonances in the relevant frequency range and without impairing the component function:  - vibration resistance: max. acceleration 5 g in the frequency range 10 Hz - 100 Hz (defined according to IEC 60068-2-6);  - shock resistance: max. acceleration 20 g (defined according to IEC 60068-2-27)  As the imposed vibration load depends on the type of turbine and on the location of the component, these requirements may be reduced in special cases.  **5.17.2 Temperature and humidity**  Specifications  Control equipment shall withstand, without impairing the component function, the following ambient conditions:  - temperature range: +5 °C to +40 °C;  - relative humidity: 85 % at 40 °C.  The actual range of temperature and relative humidity is to be agreed upon in each case. The dew-point shall not be reached. If necessary, special measures shall be taken (heating, air conditioning).    **5.18 Electromagnetic compatibility**  Relevant immunity tests shall be found in the IEC 61000-4-1; for emission tests CISPR 11 is applicable.  **6** **How to apply the recommendations**  For practical purposes an appropriate selection of the requirements and properties as listed in Clauses 4 and 5 shall be made with respect to the type of installation concerned.  Thereby, it is necessary to distinguish between  - peak-load power stations;  - base-load power stations;  - power stations with induction generators.  In simple straightforward cases, unnecessarily stringent requirements shall not be imposed. Therefore in each of the three types of installation mentioned two kinds of requirements can be distinguished:  - minimum requirements;  - additional requirements.  Minimum requirements shall be fulfilled in all cases. They are normally sufficient in the case of power stations, which are to be run with a limited amount of monitoring and automation. Additional requirements may for example result from the integration of a power station into a network or a group of power stations. They may also result from requirements of navigation, irrigation, etc.  For each category of power station, recommendations should also be given for the parameter setting of the governors.  To facilitate the setting up of specifications, the following data sheets have been devised which shall be filled out. Data which should have been collected either by the purchaser or the supplier already during the enquiry phase are marked by double vertical lines at the left-hand side of the pages. All other data are needed only during contract finalization or in the course of contract implementation. |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| |  |  |  | | --- | --- | --- | | Усан турбины роторын эргэлтийг тохируулах удирдлагын систем | | Баримт огноо No. 6.1a | | Захиалагч: | Нийлүүлэгч: | Суурилуулалт: | | Огноо : | | |  |  |  |  | | --- | --- | --- | | Water turbine governing system | | Data page No. 6.1a | | Customer: | Supplier: | Installation: | | Date: | | |   Суурилуулалт хийгдсэн   |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | Tурбины төрөл |  | | | | | Нэгжийн дугаар | | | |  | |  | Тооцоот | Хамгийн их | Хамгийн бага |  | | тодорхой энерги эсвэл цэвэр түрц E болон H |  |  |  | m · s–2 болон m | | Нэгжийн зарцуулалт Q |  |  |  | m3 · s–1 | | Нэгжийн хүчин чадал P |  |  |  | MW | | Эргэлтийн хурд n |  |  |  | rpm | | Усны дээд түвшин |  |  |  | m a.s.l. | | Түрцийн усны түвшин |  |  |  | m a.s.l. | | Нэг талын тохируулга/Хос тохируулга2) | | Ажлын дугуйн далбан | Чиглүүлэгч далбан | | | Зүү | Деффлектор | | | Үл хамаарах сервомоторууд,  Чиглүүлэгч далбан / Зүү Дугаар | | | |  |   Installation data   |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | Type of turbine |  | | | | | Number of units | | | |  | |  | Rated | Maximum | Minimum |  | | Specific energy or Net head E or H |  |  |  | m · s–2 or m | | Flow per unit Q |  |  |  | m3 · s–1 | | Power per unit P |  |  |  | MW | | Rotational speed n |  |  |  | rpm | | Head water elevation |  |  |  | m a.s.l. | | Tail water elevation |  |  |  | m a.s.l. | | Single control/dual control2)  ) | | Runner blade | Guide vane | | | Needle | Deflector | | | Individual servomotors,  Guide vane / Needle Number | | | |  |   Ус дамжуулах систем 3)   |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | Усны түрцийн хэсэг | | Cуваг | | Хоолой | | | | Дамжуулах хоолойн урт |  |  |  |  |  | m | | Дамжуулах хоолойн хэсгийн багтаамж |  |  |  |  |  | m2 | | Ус гадагшлуулах хэсэг |  | Cуваг | | Хоолой | | | | Дамжуулах хоолойн урт |  |  |  |  |  | m | | Дамжуулах хоолойн хэсгийн багтаамж |  |  |  |  |  | m2 | | Бусад өгөгдлүүд (жич. Ус салаалагч, илүүдэл шингэний сав, бусад.) | | | | | | | |  | | | | | | | |  | | | | | | | |  | | | | | | | | Зөвшөөрөгдөх хамгийн өндөр даралт |  |  |  |  |  | д.т.д | | Зөвшөөрөгдөх хамгийн бага даралт |  |  |  |  |  | д.т.д | |  |  |  |  |  |  | | Тодорхой цэгийн хэмжилт |  |  |  |  |  |  | | Бусад хязгаарлалтууд (e.g. цохилт, сөрөг даралт, гэх мэт.) | | | | | | | |  | | | | | | | |  | | | | | | | |  | | | | | | |   1) Далайн түвшнээс дээш.  2) Боломжтой биш бол устгах.  3) Өгөгдлийг dr баяжуулж болно  Water passage system3)   |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | Head water side | | Channel | | Conduit | | | | Length in case of conduits |  |  |  |  |  | m | | Area in case of conduits |  |  |  |  |  | m2 | | Tailwater side |  | Channel | | Conduit | | | | Length in case of conduits |  |  |  |  |  | m | | Area in case of conduits |  |  |  |  |  | m2 | | Other data (e.g. about distributors, surge tanks, etc.) | | | | | | | |  | | | | | | | |  | | | | | | | |  | | | | | | | | Maximum permissible pressure |  |  |  |  |  | m a.s.l. | | Minimum permissible pressure |  |  |  |  |  | m a.s.l. | |  |  |  |  |  |  | | Measured at point |  |  |  |  |  |  | | Other limitations (e.g. surge, negative pressure, etc.) | | | | | | | |  | | | | | | | |  | | | | | | | |  | | | | | | |   1) Above sea level.  2) Cross out if not applicable.  3) Data may be supplemented by drawings   |  |  |  | | --- | --- | --- | | Усан турбины роторын эргэлтийг тохируулах удирдлагын систем | | Баримт огноо No. 6.1b | | Захиалагч: | Нийлүүлэгч: | Суурилуулалт: |  |  |  |  | | --- | --- | --- | | Water turbine governing system | | Data page No. 6.1b | | Customer: | Supplier: | Installation: |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | генераторын инерцийн момент I = MD2/4 | | | | | | | | |  | | | kg · m2 | | Турбин болон нэмэлт эргэлтийн массын инерцийн момент | | | | | | | | | | | | | |  | | | | | | | | |  | | | kg · m2 | | Түвшний ачаалал алдагдсан тохиолдолд нэрлэсэн хурдтай холбоотой хурдны өсөлт | | | | | | | | | | | | | | PG/PGr | | |  |  |  | | 100 | |  | | | % | | ∆n/nr | | |  |  |  | |  | |  | | | % | | Ачаалал алдагдсан тохиолдолд түвшний зөвшөөрөгдөх хурдыг бууруулах | | | | | | | | | | | | | | PG/PGr | | |  |  |  | | 100 | |  | | | % | | ∆n/nr | | |  |  |  | |  | |  | | | % | |  |  |  | |  | |  | | |  | | Ажиллагааны хэлбэр | | | | | Тусгаар сүлжээ | | | | Нэгдсэн сүлжээ | | | | | Сүлжээний хэлбэр | | | | | Номинал давтамж | | | | Hz | | | | | Frequency band | | | | | | | | | +/– | | Hz | | | Тусгаар сүлжээ MW | | | | | | | | | | | | | | Тусгаар сүлжээний чадлын хэмжээ | | | | | | | | |  | | MW | | | Тусгаар сүлжээний чадлын шатлал | | | | | | | | + | – | | MW | | | Зөвшөөрөгдөх эргэлтийн савалгаа ∆n/nr | | | | | | | | + | – | | % | | | Ачааллын төрөл (жич. Давамгайлах эсэргүүцлийн ачаалал, хөдөлгүүрийн ачаалал, хосолсон ачаалал, гэх мэт.) | | | | | | | | | | | | | |  | | | | | | | | | | | | | |  | | | | | | | | | | | | | | Тохируулгын боломжууд | Чиглүүлэгч далбан | | | | |  | | | | N · m | | | | Тусгаар чиглүүлэгч далбан | Зүү | | | | N · m | | | |  | | | | Ажлын дугуйн далбан | Деффлектор | | | | N · m | | | |  | | | |  | | | | | | | | | | | | | |  | | | | | | | | | | | | | | Бусад өгөгдлүүд | | | | | | | | | | | | | |  | | | | | | | | | | | | | |  | | | | | | | | | | | | | |  | | | | | | | | | | | | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | Moment of inertia of generator I = MD2/4 | | | | | | | | |  | | | kg · m2 | | Moment of inertia of turbine and additional rotating masses | | | | | | | | | | | | | |  | | | | | | | | |  | | | kg · m2 | | Permissible speed rise relative to rated speed when rejecting load from levels of | | | | | | | | | | | | | | PG/PGr | | |  |  |  | | 100 | |  | | | % | | ∆n/nr | | |  |  |  | |  | |  | | | % | | Permissible speed decrease when rejecting load from levels of | | | | | | | | | | | | | | PG/PGr | | |  |  |  | | 100 | |  | | | % | | ∆n/nr | | |  |  |  | |  | |  | | | % | |  |  |  | |  | |  | | |  | | Operational modes | | | | | Isolated networks | | | | Grid | | | | | Grid mode | | | | | Rated frequency | | | | Hz | | | | | Frequency band | | | | | | | | | +/– | | Hz | | | Isolated network MW | | | | | | | | | | | | | | Isolated network mode up to | | | | | | | | |  | | MW | | | Largest power step change | | | | | | | | + | – | | MW | | | Permissible speed change ∆n/nr | | | | | | | | + | – | | % | | | Type of load (e.g. predominately resistance-, motor-, combined load, etc.) | | | | | | | | | | | | | |  | | | | | | | | | | | | | |  | | | | | | | | | | | | | | Regulating capacity | Guide vane | | | | |  | | | | N · m | | | | Individual guide vane | Needle | | | | N · m | | | |  | | | | Runner blade | Deflector | | | | N · m | | | |  | | | |  | | | | | | | | | | | | | |  | | | | | | | | | | | | | | Other data | | | | | | | | | | | | | |  | | | | | | | | | | | | | |  | | | | | | | | | | | | | |  | | | | | | | | | | | | |   Хүргэлтийн хязгаар   |  | | --- | |  | |  | |  |   1) Хэрвээ ашиглах боломжгүй бол орхих   |  |  |  | | --- | --- | --- | | Усан турбины роторын эргэлтийг тохируулах удирдлагын систем | | Баримт огноо No. 6.2 | | Захиалагч: | Нийлүүлэгч: | Суурилуулалт: |   Limits of delivery   |  | | --- | |  | |  | |  |   1) Cross out, If not applicable   |  |  |  | | --- | --- | --- | | Water turbine governing system | | Data page No. 6.2 | | Customer: | Supplier: | Installation: |   Оргил ачааллын цахилгаан станцын хувьд хамгийн бага шаардлага   |  |  | | --- | --- | |  | Дэд зүйл | | Гар ажиллагаагаар асаах ба синхрончлол хийх1) |  | | Автомат ажиллагаагаар асаах болон синхрончлол хийх | 5.14.1 | | Ачаалалгүй тогтвортой горим |  | | Гар ажиллагаагаар унтраах1) |  | | Автомат ажиллагаагаар унтраах | 5.14.2 | | Роторын эргэлтийг удирдлагаар хэсэгчлэн тохируулгын нээлтийн хязгаарлалт ба хурдны тохиргоо | 5.4.1 | | Алсын зайнаас нээлтийн тохируулгыг хязгаарлах ба эргэлтийг тодорхой хурдны тохируулгаар зохицуулах | 5.4.1 | | Нээлтийн хязгаарлагч буюу хурдны тохируулгатай болон тогтмол уналтын хугацаатай сүлжээний ажиллагаа | 5.3.3 | | Ачааллаас татгалзах даралтын буюу эргэлтийн хурдыг өсгөх зөвшөөрөгдөх хэмжээ | 5.14.3 | | Үйлдлийн тодорхой горимуудын хооронд шилжих шилжилт |  | | Түргэн унтраалт | 5.15.2 | | Аваарын унтраалтын функц | 5.15.2 | | Хэт эргэлтээс хамгаалах | 5.15.3 | | 1) Автомат функц ба алсын удирдлагагүйгээр. | |  |  |  |  | | --- | --- | --- | | Усан турбины роторын эргэлтийг тохируулах удирдлагын систем | | Баримт огноо No. 6.3 | | Захиалагч: | Нийлүүлэгч: | Суурилуулалт: |   Minimal requirements in case of peak load power stations   |  |  | | --- | --- | |  | Subclause | | Manual start-up and synchronization1) |  | | Automatic start-up and synchronization | 5.14.1 | | Stable no load mode |  | | Manual shut-down1) |  | | Automatic shut-down | 5.14.2 | | Local opening limiter and speed setting at the governor | 5.4.1 | | Remote opening limiter and speed setting with adjustable setting rates | 5.4.1 | | Operation on grid with opening limiter or with speed setter and small damping time constant | 5.3.3 | | Load rejection pressure and speed rises within permissible limits | 5.14.3 | | Transitions between specified modes of operation |  | | Quick shutdown function | 5.15.2 | | Emergency shutdown function | 5.15.2 | | Overspeed protection | 5.15.3 | | 1) Without automatic function and remote control. | |  |  |  |  | | --- | --- | --- | | Water turbine governing system | | Data page No. 6.3 | | Customer: | Supplier: | Installation: |   Суурь ачааллын цахилгаан станцын хувьд хамгийн бага шаардлага   |  |  | | --- | --- | |  | Дэд зүйл | | Гар ажиллагаагаар асаах ба синхрончлол хийх1) |  | | Ачаалалгүй тогтвортой горим |  | | Гар ажиллагаагаар унтраах |  | | Роторын эргэлтийг тохируулах удирдлагаар хэсэгчлэн нээлтийн хязгаарлалт болон хурдны тохируулга хийх | 5.4.1 | | Нээлтийн хязгаарлалттай сүлжээний ажиллагаа | 5.4.1 | | Ачааллаас татгалзах даралтын болон хурдны өсөлтийн зөвшөөрөгдөх хязгаарууд | 5.14.3 | | Хурдан зогсолт | 5.15.2 | | Аваарын унтраалт функц | 5.15.2 | | Хэт эргэлтээс хамгаалах | 5.15.3 | | 1) Автомат ажиллагаагүй болоод ачааллын тохируулгагүй. | |  |  |  |  | | --- | --- | --- | | Усан турбины роторын эргэлтийг тохируулах удирдлагын систем | | Баримт огноо No. 6.4 | | Захиалагч: | Нийлүүлэгч: | Суурилуулалт: |   Minimal requirements in case of base load power stations   |  |  | | --- | --- | |  | Subclause | | Manual start-up and synchronization1) |  | | Stable no load mode |  | | Manual shut-down |  | | Local opening limiter and speed setting at the governor | 5.4.1 | | Operation on grid with opening limiter | 5.4.1 | | Load rejection pressure and speed rises within permissible limits | 5.14.3 | | Quick shutdown function | 5.15.2 | | Emergency shutdown function | 5.15.2 | | Overspeed protection | 5.15.3 | | 1) Without automatic function and load control. | |  |  |  |  | | --- | --- | --- | | Water turbine governing system | | Data page No. 6.4 | | Customer: | Supplier: | Installation: |   Индукцийн генераторын нэгжийн хувьд тавигдах хамгийн бага шаардлага   |  |  | | --- | --- | |  | Дэд зүйл | | роторын эргэлтийг тохируулах удирдлагын систем нь хурд хянагчийн функцгүй байна |  | | Гар ажиллагаанд асаах1) |  | | Сүлжээнд гар ажиллагаагаар холбогдох1) |  | | Гараар унтраах1) |  | | Ачааллаас татгалзах даралтын ба хурдны өсөлтийн зөвшөөрөгдсөн хязгаар | 5.14.3 | | Сервомоторын өөрийн байрлал тохируулагч |  | | Усны түвшний хянагч (хэрэв энэ нь роторын эргэлтийг тохируулах удирдлагад багтсан бол) | 4.2.5 | | Түргэн унтраалтын функц | 5.15.2 | | Аваарын унтраалтын функц | 5.15.2 | | Хэт хурдны хамгаалалт | 5.15.3 | | 1) Хуудас 6.3.өгөгдлийг харах | |  |  |  |  | | --- | --- | --- | | Усан турбины роторын эргэлтийг тохируулах удирдлагын систем | | Баримт огноо No. 6.5а | | Захиалагч: | Нийлүүлэгч: | Суурилуулалт: |   Minimal requirements in case of induction generator units   |  |  | | --- | --- | |  | Subclause | | The governing system has no speed controller function |  | | Manual start-up1) |  | | Manual switching-on to network1) |  | | Manual shut-down1) |  | | Load rejection pressure and speed rises within permissible limits | 5.14.3 | | Local positioning of servomotor |  | | Water level controller (if it is included in the governor) | 4.2.5 | | Quick shutdown function | 5.15.2 | | Emergency shutdown function | 5.15.2 | | Overspeed protection | 5.15.3 | | 1) See data page 6.3. | |  |  |  |  | | --- | --- | --- | | Water turbine governing system | | Data page No. 6.5а | | Customer: | Supplier: | Installation: |   Оргил ачаалал, суурь ачаалалд болон асинхрон генераторын нэгжид тавих нэмэлт шаардлага1)   |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | |  | | | | | Дэд зүйл | | 6.1b хуудасны өгөгдлийн дагуу тусгаарлагдсан сүлжээний горим | | | |  |  | | Автомат болон алсын удирдлагатай оролт, гаралтын мэдээлэл | | | | |  | |  | | | |  |  | | Нээлтийн хязгаарлагчийн алсын зайны удирдлага | | | |  | 5.4.1 | | Хурдны тохируулгын алсын зайны удирдлага | | | |  | 5.4.1 | | Автомат ажиллагаагаар асаах | | | |  | 5.14.1 | | Автомат ажиллагаагаар унтрах | | | |  | 5.14.2 | | Нэгдсэн тэжээлгүйгээр туслах тоноглолыг асааж, дараах ажиллагааг эхлүүлэх. | | | |  |  | |  |  | | | | | Толгойн функцээр нээлтийг ажиллуулах | | | |  | 5.14.1 | | Хурдны командын дохиог урьдчилан тохируулах | | | |  |  | | Синхронизаторыг ашиглан синхрончлол хийх | | | |  |  | | Гар ажиллагаагаар хянах | Цахим роторын эргэлтийг тохируулах системээр | | |  | 5.7 | | Механик эргэх холболтоор | | |  | | Цахилгааны эргэх холболтоор | | |  | | Эргэх холбоосгүйгээр(гэх мэт импульсийн төрлөөр) | | |  | | Тэжээлийн хяналт | | | |  |  | | Усны түвшний хяналт | | | |  |  | | Түргэн унтраалт  Аваарын унтраалт | |  | | | 5.15.2 | |  | | | 5.15.2 | | Нэмэлт хурдны хамгаалалт | | Механик |  | | 5.15.3 | | Цахилгаан |  | | | Нэгдсэн таслагч, тусгаарлагч | | |  | | 5.15.4 | | Хурдны дохиолол хувиргагчийн төрөл | |  | | | 5.6.2 | | Эргэх холбоосны төрөл | |  | | | 5.6.5 | | Нэгжүүдийн зэрэгцээ ажиллагааны хяналт | | |  | | 5.10 | | Oптималь ажиллагааны хяналт (олон талын тохируулгатай турбин, зүү, нэгж) | | |  | |  | | Чиглүүлэгч далбан/ ажлын дугуйн ир хоорондын харьцаагаар илрэх түрцийн удирдлагын функц | | |  | | 5.5.1 | | Хэт даралтын хяналт | | |  | | 5.16.2 |   1) Хэрэв боломжтой бол зааж өгөх.  2) Ихэвчлэн оргил ачааллын нэгжүүдэд зориулагдсан.  3) Үндсэндээ үндсэн ачааллын нэгжид зориулагдсан.   |  |  |  | | --- | --- | --- | | Усан турбины роторын эргэлтийг тохируулах удирдлагын систем | | Баримт огноо No. 6.5b | | Захиалагч: | Нийлүүлэгч: | Суурилуулалт: |   Additional requirements for peak, base-load and asynchron generator units1)   |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | |  | | | | | Subclause | | Isolated network mode according to data page 6.1b | | | |  |  | | Input and output for automatic and remote control | | | | |  | |  | | | |  |  | | Remote control of opening limiter | | | |  | 5.4.1 | | Remote control of speed set point | | | |  | 5.4.1 | | Automatic start-up | | | |  | 5.14.1 | | Automatic shut-down | | | |  | 5.14.2 | | Start-up without external supply of auxiliaries thereby energy supply by: | | | |  |  | |  |  | | | | | Start-up opening as function of head | | | |  | 5.14.1 | | Preadjustment of speed command signal | | | |  |  | | Synchronization with synchronizer | | | |  |  | | Manual control | with the electronic governor | | |  | 5.7 | | with mechanical feedback | | |  | | with electrical feedback | | |  | | without feedback (e.g. impulse type) | | |  | | Power control | | | |  |  | | Water level control | | | |  |  | | Quick shutdown  Emergency shutdown | |  | | | 5.15.2 | |  | | | 5.15.2 | | Additional overspeed protection | | mechanical |  | | 5.15.3 | | electrical |  | | | Interlocks | | |  | | 5.15.4 | | Type of speed transducer | |  | | | 5.6.2 | | Type of feedback | |  | | | 5.6.5 | | Joint control of multiple units | | |  | | 5.10 | | Optimization control (multiple turbines, needles, cells) | | |  | |  | | Guide vane / runner blade relationship as function of head (Cam relation) | | |  | | 5.5.1 | | Surge control | | |  | | 5.16.2 |   1) Indicate if applicable.  2) Mainly for peak-load unit.  3) Mainly for base-load units.   |  |  |  | | --- | --- | --- | | Water turbine governing system | | Data page No. 6.5b | | Customer: | Supplier: | Installation: |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | Бусад шаардлагууд | | | Дэд зүйл | |  | | |  | | Жишээ нь | | |  | | Урсцын хяналт | | | 5.16.4 | | Конденсаторын горим ажиллагаа | | | 5.16.6 | | Шулуутгагч | | | 5.8 | |  | | |  | |  | | |  | |  | | |  | |  | | |  | |  | | |  | | Үйл ажиллагааны шилжилтийн цагууд | | |  | |  |  |  | | |  |  |  | | |  |  |  | | |  |  |  | | |  |  |  | |   1) Оргил ачааллын усан цахилгаан станцад ихэвчлэн хэрэглэж болно.   |  |  |  | | --- | --- | --- | | Усан турбины роторын эргэлтийг тохируулах удирдлагын систем | | Баримт огноо No. 6.6a | | Захиалагч: | Нийлүүлэгч: | Суурилуулалт: |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | Other requirements | | | Subclause | |  | | |  | | For example | | |  | | Flow rate control | | | 5.16.4 | | Condenser mode operation | | | 5.16.6 | | Linearizations | | | 5.8 | |  | | |  | |  | | |  | |  | | |  | |  | | |  | |  | | |  | | Operational transition times | | |  | |  |  |  | | |  |  |  | | |  |  |  | | |  |  |  | | |  |  |  | |   1) Mainly applicable for peak-load power stations.   |  |  |  | | --- | --- | --- | | Water turbine governing system | | Data page No. 6.6a | | Customer: | Supplier: | Installation: |     Роторын эргэлтийг тохируулах удирдлагын параметрийн тохируулга   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | |  | | | | | Дэд зүйл | | | | | | Үндсэн үйл ажиллагааны горим | | Сүлжээнд | | | Тусгаар сүлжээнд | | |  | | | Хязгаарлагчтай | | | Хурд тохируулагчтай | | | | Чадлын тохируулгатай | | |  | | |  | | |  | Хурд хянагчтай | | | Чадлын танилцуулга | |  |  | |  | |  | Сүлжээнд | | Тусгаар сүлжээ ачаалалгүй хувилбарт | | Тогтвортой бууралт *b*p |  | |  |  | |  | % | | 5.3.2 | | Пропорциональ үйлдлийн коэффициент *K*p |  | |  |  | |  | - | | 3.6.9,  3.6.10,  3.6.11  болон 5.3.3 | | Интеграл үйлдлийн хугацаа *T*I |  | |  |  | |  | s | | | Уламжлал үйлдлийн хугацаа *T*D |  | |  |  | |  | s | | | роторын эргэлтийг тохируулах удирдлагын системээс автоматаар шилжих нөхцөлөөр тохируулгууд | | | | | | | | | 5.3.3 | |  | Сүлжээний ажиллагаа | | | Тусгаар сүлжээний ажиллагаа | | | | | |  | | |  | | | | | |  | | |  | Хурд тохируулгатай | | Чадлын тохируулгатай |  | | 5.4.1 | | Командын дохионы тохируулга | Тохируулгын зэрэглэл | | |  | |  | % | | | Тохируулгын хугацаа | | |  | |  | s | | | Тохируулгын хязгаарын хугацаа | | | | | |  | s | |  | | Хаалтын хугацаа (Зураг 6 харах) | | | | Чиглүүлэгч далбан | |  | % | | 3.6.14  болон 5.4.3 | | Зүү | |  | s | | | Нийт хаалтын хугацаа | | | s | | | Тохируулгын зэрэглэл | |  | s | | | Хаалтын хугацаа (Зураг 6 харах) | | | | Ажлын дугуй | | Деффлектор | s | |  | | Нээгдэх хугацаа(Зураг 6 харах) | | | | Чиглүүлэгч далбан | |  | % | | 3.6.14  болон 5.4.3 | | Зүү | |  | s | | | Нийт нээлтийн хугацаа | | | s | | | Тохируулгын зэрэглэл | |  | s | | | Нээгдэх хугацаа(Зураг 6 харах) | | | | Ажлын дугуйн далбан | | Деффлектор |  | |  | | Синхрончлолын дараах бэлэн байдал fSR | | | | | |  | s | | 5.14.1 | | Роторын эргэлтийн тохируулгыг хүлээн авахгүй ix/2 | | | | | |  |  | | 5.4.2 | | Хэт хурдны хамгаалалт | | | | Цахилгаан таслуур | |  | % | | 5.15.3 | | Механик таслуур | |  | % | |   Parameter adjustment of governer   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | |  | | | | | Subclause | | | | | | Main operational mode with | | Grid | | | Isolated network | | |  | | | Limiter | | | Speed setter | | | | Power controller | | |  | | |  | | |  | Speed control | | | Power control | |  |  | |  | |  | Grid | | Isolated mode,  no load mode | | Permanent droop *b*p |  | |  |  | |  | % | | 5.3.2 | | Proportional action coefficient *K*p |  | |  |  | |  | - | | 3.6.9,  3.6.10,  3.6.11  and 5.3.3 | | Integral action time *T*I |  | |  |  | |  | s | | | Derivative action time *T*D |  | |  |  | |  | s | | | Automatic switch-over to governor with adjustment | | | | | | | | | 5.3.3 | | By | grid mode | | | isolated network mode | | | | | |  | | |  | | | | | |  | | |  | Speed control | | Power control |  | | 5.4.1 | | Command signal setter | Adjustment range | | |  | |  | % | | | Adjustment time | | |  | |  | s | | | Limiter adjusting time | | | | | |  | s | |  | | Closing time function (see Figure 6) | | | | Guide vane | |  | % | | 3.6.14  and 5.4.3 | | Needles | |  | s | | | Total closing time | | | s | | | Adjusting range | |  | s | | | Closing time (see Figure 6) | | | | Runner blades | | Deflector | s | |  | | Opening time function (see Figure 6) | | | | Guide vane | |  | % | | 3.6.14  and5.4.3 | | Needles | |  | s | | | Total opening time | | | s | | | Adjustment range | |  | s | | | Opening time (see Figure 6) | | | | Runner blades | | Deflector |  | |  | | Synchronization readiness after fSR | | | | | |  | s | | 5.14.1 | | Governor insensitivity ix/2 | | | | | |  |  | | 5.4.2 | | Overspeed protection | | | | Electrical tripping at | |  | % | | 5.15.3 | | Mechanical tripping at | |  | % | |  |  |  |  | | --- | --- | --- | | Усан турбины роторын эргэлтийг тохируулах удирдлагын систем | | Баримт огноо No. 6.6b | | Захиалагч: | Нийлүүлэгч: | Суурилуулалт: |  |  |  |  | | --- | --- | --- | | Water turbine governing system | | Data page No. 6.6b | | Customer: | Supplier: | Installation: |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | |  | | | | Дэд зүйл | | Урсцын хяналт | Чиглүүлэгч далбангийн байрлалд идэвхжих |  | % | 5.16.2 | | Урсцын хурдаар |  | % | | Урсцын урсгалаар (тогтмол) |  | m3· s-1 | | Урсцын урсгал |  | % | | Бусад параметрүүд, жишээ нь. тойрч гарах, усны эсэргүүцэл, ... | | | | 5.16.3 | |  | | | | |  | | | | |  | | | | |  | | | | |  | | | |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | |  | | | | Subclause | | Surge control | activated at guide vane position |  | % | 5.16.2 | | at surge speed |  | % | | at surge flow (fixed) or at |  | m3· s-1 | | surge flow |  | % | | Other parameters e.g. with respect to a bypass, water resistor, … | | | | 5.16.3 | |  | | | | |  | | | | |  | | | | |  | | | | |  | | | |     Шаардлагатай хөдөлгөх хүчээр хангах   |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | |  | | | Дэд зүйл | | | | Хөдөлгөх хүчээр | нээхэд | ашиглах |  |  | 5.12 | | хаахад | ашиглах |  |  | |  | ашиглах |  |  | |  |  | | |  |  | |  | |  |  | |  | |  |  | | Сервомоторын тооцоот даралт | Чиглүүлэгч далбан | |  | bar |  | | Тохируулгат чиглүүлэгч далбан | Зүү |  | bar | | Ажлын дугуй | Деффлектор |  | bar |   Provision of actuating energy   |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | |  | | | subclause | | | | Energy provision for | opening | by |  |  | 5.12 | | closing | by |  |  | |  | by |  |  | |  |  | | |  |  | |  | |  |  | |  | |  |  | | Design pressure of servomotors | Guide vane | |  | bar |  | | Individual guide vane | needles |  | bar | | Runner | deflector |  | bar | |
| Гидравлик шахуурга (байнгын болон өөрчлөгдөх байрлал)   |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | |  | | | | | | Дэд зүйл | |  | Үндсэн шахуурга |  |  |  | 5.12.2.5 | | | Төрөл |  |  |  |  | | Эргэлтийн хурд |  |  |  | rpm | | Хөдөлгөх хүч |  |  |  |  | | Чимээний ангилал |  |  |  | dB (A) | | Зарцуулга |  |  |  |  | | Даралт |  |  |  | bar | | Чадал |  |  |  | kW |   1) Боломжгүй тохиолдолд орхих.  Hydraulic pumps (constant and variable displacement)   |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | |  | | | | | | Subclause | |  | Main pump |  |  |  | 5.12.2.5 | | | Type |  |  |  |  | | Rotation speed |  |  |  | rpm | | Driven by |  |  |  |  | | Noise level |  |  |  | dB (A) | | Discharge |  |  |  |  | | Pressure |  |  |  | bar | | Power |  |  |  | kW |   1) Cross out if not applicable.   |  |  |  | | --- | --- | --- | | Усан турбины роторын эргэлтийг тохируулах удирдлагын систем | | Баримт огноо No. 6.6c | | Захиалагч: | Нийлүүлэгч: | Суурилуулалт: |  |  |  |  | | --- | --- | --- | | Water turbine governing system | | Data page No. 6.6c | | Customer: | Supplier: | Installation: |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | |  | | | | | | Дэд зүйл | | Зай хураагуур | | | | | | 5.12.2 | | Хийг нөхөх арга | | |  | | |  | | Ачаалах хугацаа | | | |  | s |  | |  | | | |  | bar |  | | Аюулгүйн хавхлагыг нээх даралт | | | |  | % | | Хамгийн их хурдаар шахах болон тэг хэрэглээний үеийн (хамгийн их) даралт | | | |  | % | | Ажиллах шингэний хэмжээ | Ашиглах гидрийн шингэний хамгийн бага хэмжээ | | |  | % |  | | Нэг серво-мотор хяналт | | |  | % | | Давхар хяналт |  |  |  | x *V*S | | Тосны илүүдлийн сав | | | | | | 5.12.2.6 болон 5.12.2.7 | | Түвшин тогтоогч | | | | |  | | Тойруу замын шүүр | | | | |  | | тосны манан алдагдах | | | | |  | | тосны халаагуур | | | | |  | | тосны хөргүүр | | | | |  | | усны орцын анхааруулга | | | | |  | | Гидравлик шингэн | | Минерал тос | | / синтетик тос |  | 5.12.5 | | Зуурамтгай чанар 40 °C хэмд | | | |  |  | | Бусад өгөгдлүүд(жич. Тосны нягтаршил, уснаас тусгаар болон агаарын чийг авахгүй чадвар, зэврэлтээс хамгаалагдсан байдал гэх мэт.) | | | | | | |  | | | | | | |  | | | | | |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | |  | | | | | | Subclause | | Accumulators | | | | | | 5.12.2 | | Gas replenishing through | | |  | | |  | | Loading time | | | |  | s |  | |  | | | |  | bar |  | | Safety valve opening pressure | | | |  | % | | Final (maximum) pressure at full discharge rate of pumps and zero consumption | | | |  | % | | Working oil volume | Minimum usable oil volume | | |  | % |  | | Single servomotor control | | |  | % | | Dual control |  |  |  | x *V*S | | Oil sump tank | | | | | | 5.12.2.6 and 5.12.2.7 | | Level indicator | | | | |  | | Bypass filter | | | | |  | | Oil mist exhaustion | | | | |  | | Oil heater | | | | |  | | Oil cooling | | | | |  | | Water ingress warning | | | | |  | | Hydraulic fluid | | mineral oil | | /synthetic oil |  | 5.12.5 | | Viscosity at 40 °C | | | |  |  | | Other data (e.g. on density, water separation and de-aeration capacity, corrosion protection properties, etc.) | | | | | | |  | | | | | | |  | | | | | |   Бусад өгөгдлүүд   |  |  |  | | --- | --- | --- | |  | | Дэд зүйл | | Тормозны төрөл |  | 5.16.5 | | Серво байршуулагчийн өгөгдлүүд (жич, алдах, тогтмол хугацаа, гэх мэт) | | 5.4.3 | |  | | |  | | |  | |   Other data   |  |  |  | | --- | --- | --- | |  | | Subclause | | Type of brake |  | 5.16.5 | | Parameter of the servo-positioner (e.g. inaccuracy, time constant, etc.) | | 5.4.3 | |  | | |  | | |  | |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | Явалтын зам |  | зарчим | арга/төрөл |  | | Stroke |  |  |  | | Pressure |  |  |  | | Temperature |  |  |  | | speed |  |  |  | |  |  |  |  |   1) Боломжгүй тохиолдолд орхих   |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | Transducers for |  | Principle | Maker/type |  | | Stroke |  |  |  | | Pressure |  |  |  | | Temperature |  |  |  | | speed |  |  |  | |  |  |  |  |   1) Cross out if not applicable.   |  |  |  | | --- | --- | --- | | Усан турбины роторын эргэлтийг тохируулах удирдлагын систем | | Баримт огноо No. 6.6d | | Захиалагч: | Нийлүүлэгч: | Суурилуулалт: |  |  |  |  | | --- | --- | --- | | Water turbine governing system | | Data page No. 6.6d | | Customer: | Supplier: | Installation: |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | Үзүүрийн таслагчууд | | зарчим | | | | арга/төрөл | | | | |  | | | |  | | | | |  | | | |  | | | | | Хяналтын хаалтын  багажууд  тоон/aналог | | | арга/төрөл | | | | | | | |  | | | | | | | |  | | | | | | | | шууд/шууд бус | | |  |  | | |  | |  | | хэмжээ | | |  |  | | |  | |  | | нарийвчлал | | |  |  | | |  | |  | | арга/төрөл | | |  |  | | |  | |  | |  | | |  |  | | |  | |  | | Байдлыг илэрхийлэгч | | |  |  | | |  | |  | | Алдаа мэдээлэгч | | |  |  | | |  | |  | |  |  | | |  | |  | |  |  | | |  | |  | | Цахилгаан хангамж | | | | | | | | | | | Станцын ажлын хүчдэл | | | | | +/- V | | | Hz | | | Хувьсах гүйдлийн хангамж | | | | | +/- V | | | Hz | | | Тогтмол гүйдлийн хангамж | | | | | +/- V | | |  | | |  | | | | | W | | |  | | | Цахилгааны утасны хөндлөн огтлол хүртэлх mm2 | | | | | | | | | | | Tөрөл | | | | | | | | | | | Кабел | Төрөл | | | |  | | | | | |  | | | |  | | | | | |  | | | |  | | | | | |  | | | |  | | | | |   1) Хувиргагчийн дохиоллоор   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | Limit switches | | Principle | | | | | Maker/type | | | | |  | | | | |  | | | | |  | | | | |  | | | | | Control vaves  Instruments  Digital/analog | | | Maker/type | | | | | | | | |  | | | | | | | | |  | | | | | | | | | Direct/indirect | | |  | |  | | |  | |  | | size | | |  | |  | | |  | |  | | accuracy | | |  | |  | | |  | |  | | Maker/typw | | |  | |  | | |  | |  | |  | | |  | |  | | |  | |  | | Status indication | | |  | |  | | |  | |  | | Fault indication | | |  | |  | | |  | |  | |  | |  | | |  | |  | |  | |  | | |  | |  | | Electrical power supply | | | | | | | | | | | | Station service network | | | | +/- V | | | | | Hz | | | Safe a.c. supply | | | | +/- V | | | | | Hz | | | DC supply | | | | +/- V | | | | |  | | |  | | | | W | | | | |  | | | Terminal wire cross-section up to mm2 | | | | | | | | | | | | Type | | | | | | | | | | | | Cable | Type | | | | |  | | | | | |  | | | | |  | | | | | |  | | | | |  | | | | | |  | | | | |  | | | | |   1) Хувиргагчийн дохиоллоор |

|  |  |
| --- | --- |
| **Хавсралт А**  (норматив)  **Хялбаршуулсан дифференциал тэгшитгэлүүд болон идеальчилсан PID-хянагчийн функцийг дамжуулах**  Энэ гарын авлага нь IEC 60050-351-ийн нэр томьёо, тодорхойлолтыг аль болох өргөн хэрэглэдэг. Тодруулга авахын тулд энэхүү гарын авлагад ашигласан функционалчилсан PID-хянагчийн энгийн хялбарчилсан дифференциал тэгшитгэл ба шилжүүлгийн функцийг доор өгөв.  Усан цахилгаан үүсгүүрийн засаг захиргаанд өргөн хэрэглэгддэг хоёр дүрслэлийг А.1 зураг ба А.2-р зурагт үзүүлэв | **Annex A**  (normative)  **Simplified differential equations and transfer functions of idealized PID-controllers**  This guide uses as far as possible the terms and definitions of IEC 60050-351. For clarification, the simplified differential equations and transfer functions of the idealized PID-controllers as used in this guide are given below.  Two representations widely used in hydro turbine governors are shown in Figure A.1 and Figure A.2. |
|  | |
| **А.1-р зураг – Онолын хувьд зэрэгцээ бүтэц дэх идеальчилсан PID**  PID-хянагчтай ялгаатай тэгшитгэл ба шилжүүлгийн функцүүд  - гүйцэтгэлийн коэффициентийн интеграл KI  - үйл ажиллагааны цаг хугацааны интеграл TI  - үйлдлийн коэффициент уламжлал KD  - үйл ажиллагааны хугацааны уламжлал TD  - пропорциональ үйл ажиллагааны коэффициент KP  x сервомотор поршений цаг хугацааны харьцангуй шилжилтэд зориулсан хяналттай хувьсагч  y цэгийн харьцангуй хазайлт  t хугацаа  s Лапласын хувиргалтын комплекс хувьсагч  Дифференциал тэгшитгэл (үйлчилгээгүй байрлалгүй хянагч):  integrated:  resp.  Дамжуулах функц (үйлчилгээгүй байрлалгүй хянагч):  *F(s) = = K*P + + *K*D*s*  resp.  *F(s)*  *K*P  + *T*D*s* | **Figure A.1 – Idealized PID in pure parallel structure**  Differential equations and transfer functions of an idealized PID-controller with   * integral action coefficient KI * integral action time TI * derivative action coefficient KD * derivative action time TD   proportional action coefficient KP  x relative deviation of the controlled variable  y setpoint for the relative displacement of the servomotor piston  t time  s complex variable of the Laplace transform  Differential equation (controller without servo- positioner):  integrated:  resp.  Transfer function (controller without servo- positioner):  *F(s) = = K*P + + *K*D*s*  resp.  *F(s)*  *K*P  + *T*D*s* |
|  | |
| **А.2-р зураг – Идеальчилсан PID алтернатив хувилбар**  PID-хянагчтай, ялгавартай тэгшитгэл ба шилжүүлгийн функцүүд  - *T*i хугацааг дахин тохируулах  - хувьсах хугацаа *T*d  - пропорциональ үйл ажиллагааны коэффициент *K*P  x сервомотор поршений цаг хугацааны харьцангуй шилжилтэд зориулсан хяналттай хувьсагч  y цэгийн харьцангуй хазайлт  t хугацаа  s Лапласаар хувиргасан комплекс хувьсагч  Дифференциал тэгшитгэл (үйлчилгээгүй байрлалгүй хянагч):  нэгтгэсэн:  Дамжуулах функц ( үйлчилгээгүй байрлалгүй хянагч):  *F(s)*  | **Figure A.2 – Idealized PID alternative representation**  Differential equations and transfer functions of an idealized PID-controller with   * reset time *T*i * rate time *T*d   proportional action coefficient *K*P  *x* relative deviation of the controlled variable  *y* setpoint for the relative displacement of the servomotor piston  *t* time  *s* complex variable of the Laplace transform  Differential equation (controller without servo- positioner:  integrated:  Transfer function (controller without servo- positioner):  *F(s)*  |

|  |  |
| --- | --- |
| **Хавсралт B**  (мэдээллийн)  **Тэжээлийн давтамжийн хяналт**  В.1 Ерөнхий зүйл  Хавсралт В-д сүлжээ хоорондын давтамжийн хяналтын товч тайлбарыг томьёолсон бөгөөд энэ нь ихэвчлэн хоорондоо том холбоос бүдүүвч сүлжээнд ашиглагдана. Ихэвчлэн ийм давтамжийн хяналтыг шаталсан бүтцэд зохион байгуулдаг: анхдагч хяналт, хоёрдогч хяналт, гэх мэт зарим нэг үүсгэгч нэгжийн гол үүрэг гүйцэтгэдэг.  Анхдагч давтамжийн хяналт нь эрчим хүчний эрэлт ба нийлүүлэлтийн хоорондох тэнцвэрт байдалд чухал ач холбогдолтой; Энэ нь тухайн нэгжийн засаглалын тогтолцоогоор автоматаар болон орон нутагт үйл ажиллагаа явуулдаг.  Эрчим хүчний солилцооны хөтөлбөрийг сэргээн засварлахад хоёрдогч давтамжийн хяналт шаардлагатай. Автоматаар ажиллана. Өөрчлөлт нь удирдлагын тогтолцоонд сонгосон нэгжүүдийн цахилгаан үүсгүүрүүд дээр үүссэн өөрчлөлтүүд; Эдгээр өөрчлөлтүүд нь ерөнхийдөө алсын хяналтын системээр хянагдана.  **В.2 Эрчим хүчний чадлын тэнцвэр ба сүлжээ давтамж**  **В.2.1 Эрчим хүчний чадлын тэнцвэр**  Аливаа цахилгаан эрчим хүчний системд идэвхтэй чадал хэрэглээний хэрээр үйлдвэрлэгдэж байна. Үйлдвэрлэсэн чадал түүнийг ашиглах эрэлт хэрэглээтэй тэнцвэрт байдалд байх учиртай. Энэ балансын тэнцвэрт байдлын хэлбэлзэл нь түүний цэгийн утгын хазайлтыг үүсгэдэг бөгөөд эхний ээлжид эргэлт үүсгэгч үүсгүүр болон холбосон моторуудын кинетик энергиэр тэнцвэржинэ.  Цахилгаан энергийг хадгалахад боломж маш хязгаарлагдмал байдгаас үйлдвэрлэж буй эрчим хүчний тэнцвэрийг хадгалах зорилгоор үйлдвэрлэлийн түвшнийг хангалттай уян хатан өөрчлөгдөх боломжтой байх шаардлагатай.  **В.2.2 Сүлжээний давтамж**  Синхрон сүлжээнд холбогдсон синхрон холболтын давтамж нь синхрончлогдсон генераторын эргэлтийн хурдыг ижил "цахилгааны хурд" -аар эргүүлэх хэмжилт (генераторын туйлын хосын тоог харгалзан эргэлтийн хурднаас тооцоолсон).  Нийт эрэлт нэмэгдэх (эсвэл тэнцвэр алдагдах тохиолдолд), сүлжээний давтамж (генераторын хурд) буурах болно. Үүний эсрэгээр, эрэлт буурснаас хойш сүлжээний давтамж нэмэгдэх болно.  **В.3 Анхдагч давтамжийн хяналт**  **В.3.1 Үйлдвэрлэх нэгжээр гүйцэтгэх үндсэн давтамжийн хяналт**  Эрэлт болон үйлдвэрлэлийн үеийн тэнцвэрийг хадгалахын тулд удирдлагын тогтолцоо нь анхан шатны давтамжийн хяналтын үйл ажиллагааг анхдагч хяналтын нөөцтэй харьцуулж гүйцэтгэнэ. Давтамжийн хэлбэлзэл нь систем дэх нийт инерц болон роторын эргэлтийг тохируулах удирдлагын анхан шатны хяналтын үйл ажиллагааны аль алинаар нь тохируулна. Тиймээс анхдагч давтамжийн хяналтыг хэдэн секунд буюу арван секундийн дотор энэхүү хяналтад хамрагдсан нэгжийн турбины роторын эргэлтийг тохируулагч удирдлагын системээр цахилгааны эрчим хүчний үйлдвэрлэл, хэрэглээний нийлүүлэлтийн хооронд тэнцвэржүүлэн тогтворжуулна. Сүлжээнд саад учруулж буй нэгжийн эцсийн оруулах хувь нэмэр нь үүсгэгч нэгжийн дор (доороос үзнэ үү) ба тухайн нэгжийн анхдагч хяналтын нөөцөд тулгуурлана.  Тэнцвэрийг бий болгосноор сүлжээний давтамж тогтворжиж тогтмол төлөвтэй байх бөгөөд энэ нь үйлчлэх пропорциональ хэлбэрийг бий болгодог үйлдвэрлэлийн нэгжийн нормын улмаас давтамжийн цэгээс ялгаатай байж болно.  **В.3.2 Үүсгүүрийн нэгжийн чадлын бууралт**  Үүсгүүрийн нэгжийн чадлын уналтыг дараах харьцаагаар илэрхийлнэ (хэмжээгүй):  *s*G = -(*Δf*/*f*r)/ (*ΔP*G/*P*Gr).  Энэ нь турбины роторын эргэлтийг тохируулах удирдлагын системийн тогтвортой бууралттай шууд холбодог. Гаралтын чадлыг харуулах байнгын уналтын зарчмын схемийг В.1 зурагт үзүүлэв (ижил төстэй диаграммыг APG + (1 / bp) x Af ашиглан PID-ын удирдлага доор байрлуулж болно. | **Annex B**  (informative)  **Grid frequency control**  B.1 General  Annex B gives a brief description of the grid frequency control, which is generally described in the grid codes for the operation of large interconnected grids. Usually, such a grid frequency control is organized in a hierarchical structure: primary control, secondary control, etc, with a major role of some generating units.  The primary frequency control is essential for the equilibrium between the power demand and generation; it is automatically and locally operated by the governing systems of the units concerned.  The secondary frequency control is required for the restoration of the primary power reserves and power exchange programs, after a disturbance. It’s automatically operated, with modifications superimposed on the governing system power setpoints of the selected units; these modifications are generally sent by a remote control system.  **B.2 Power equilibrium and grid frequency**  **B.2.1 Power equilibrium**  In any electric power system, the active power has to be generated at the same time as it is consumed. Power generated shall be maintained in constant equilibrium with power demanded. Disturbances in this balance, causing a deviation of the grid frequency from its set-point value, will be offset initially by the kinetic energy of the rotating generating units and motors connected.  There is only very limited possibility of storing electric energy as such, so that the generation system shall have sufficient flexibility in changing its generation level, in order to restore the power equilibrium.  **B.2.2 Grid frequency**  The frequency f of a synchronous interconnected grid is a measurement for the rotational speed of the synchronised generators, which are rotating at the same “electrical speed” (calculated from the rotational speed by taking into account the number of pairs of poles of the generator).  After an increase in the total demand (or in case of loss of generation), the grid frequency (speed of generators) will decrease. Conversely, after a decrease in the demand, the grid frequency will increase.  **B.3 Primary frequency contro**  **B.3.1 Primary frequency control performed by generating units**  In order to restore the balance between demand and generation, governing systems will perform automatic primary frequency control action, in relationship with a primary control reserve. The resulting transient frequency variation will be influenced by both the total inertia in the system, and the speed of primary control action of the governors. Therefore, the primary  frequency control is performed by the action of the turbine governing system of the units involved in this control within a few seconds or tens of seconds, until a balance between power output and consumption of the global grid is re-established. The final contribution of a unit to the correction of a disturbance on the grid depends mainly upon the droop of the generating unit (see below), and on the primary control reserve of the concerned unit.  As soon as the balance is re-established, the grid frequency stabilizes and remains at a steady-state value, which may differ from the frequency set-point because of the droop of the generating units, which provides proportional type of action.  **B.3.2 Droop of a generating unit**  The droop of a generating unit is expressed as the following ratio (without dimension):  *s*G = -(*Δf*/*f*r)/ (*ΔP*G/*P*Gr).  It is directly linked with the permanent droop of the turbine governing system. A principle functional scheme of such a permanent droop using the output power is given in Figure B.1 (the same diagram could be drawn using ΔPG + (1/bp) × Δf in front of the PID-governor) |
|  | |
| **В.1-р зураг - Идеальчилсан PID турбины роторын эргэлтийг тохируулагч удирдлагын системтэй үүсгүүрийн нэгжийн чадлын бууралтын зарчмын бүдүүвч зураглалын жишээ**  Жишээгээр харуулахаар, бид тэнцвэртэй нөхцөлд дор хаяж нэг тэнцвэрт нөхцөлтэй а ба b хоорондоо уялдаатай хэдий ч чадлын бууралтын зарчмын ялгаатай хоёр холболт үүсгэгч нэгжийг авч үздэг, гэхдээ адилхан үндсэн хяналтын нөөцтэй.  Тиймээс Зураг В.2-д нэгжийн эрчим хүчний гаралт болон сүлжээний давтамж хоорондын хамаарлыг харуулав. Бага зэрэг хэлбэлзлийн (эцсийн давтамжийн нийлбэр < Δfb) тохиолдолд хамгийн их хямралын утга бүхий b нэгжийн нөлөөллөөс илүү байх a нэгж (хамгийн бага бууралтын утгатай) -ийн хувь нэмэр. Нэг нэгжийн анхан шатны хяналтын нөөц нь дуусах Afa давтамжийн алдагдлыг (өөрөөр хэлбэл эрчим хүч үйлдвэрлэх гаралт нь хамгийн их утга Pmax хүрдэг бол) нэгж б (Аfb) -аас бага байх бөгөөд энэ хоёр нэгж хоёулаа адилхан үндсэн хяналтын нөөцтэй. Хэрвээ харилцан уялдаатай нэгжүүдийн роторын эргэлтийг тохируулах удирдлагууд тогвортой бууралтад тохирсон тэг тохиргоотой байсан ч нэгжүүд системийн ачааллыг үр дүнтэй хуваалцахгүй байх болно гэдгийг тэмдэглэх нь зүйтэй. Тухайн нэгжийн хариултын хугацаа болон Засаглалын тохируулгын аль алины ялгаатай байдал нь эцэст нь ачааллын хүчийг нэг нэгжид төвлөрүүлэхийг оролдох болон бусад нэгжид ачааллыг хамгийн бага хэлбэрээр хангах байдлыг бий болгоно. | **Figure B.1 – Example of principle schematic functional diagram of a unit with a turbine governing system using an idealized PID controller with a power droop**  As an illustration, we now consider two interconnected generating units a and b with different values of droop under equilibrium conditions, but with identical primary control reserves.  Therefore, Figure B.2 presents the relationship between the power output of the units and the grid frequency. In case of a minor disturbance (final frequency offset <Δfb), the contribution of unit a (which has the smallest droop value) to the correction of the disturbance will be greater than that of unit b, which has the greatest droop value. The frequency offset Δfa at which the primary control reserve of unit a will be exhausted (i.e. where the power generating output reaches its maximum value Pmax) will be smaller than that of unit b (Δfb), even where both units have identical primary control reserves. It should be noted that if the governors on the interconnected units were adjusted for zero permanent droop, the units would not effectively share the system load. Differences in both the unit response times and in the governor calibrations would eventually result in one unit attempting to provide the whole load power, with the other unit delivering a very small power. |

|  |  |
| --- | --- |
|  | |
| **B.2-р зураг – Роторын эргэлтийг тохируулах удирдлагын тогвортой бууралтын ялгаатай бүхий хоёр нэгжийн үйл явц**  **В.4 Хоёрдогч давтамжийн хяналт**  Дээр дурдсанчлан эрчим хүч үйлдвэрлэх, хэрэглээний хооронд гэнэтийн тэнцвэргүй байдал үүсэх (жишээ нь, ослын үр дагавар) буюу тэнцвэрт байдлаас санамсаргүй хазайлт үүссэн тохиолдолд үндсэн хяналт нь тэнцвэрийг сүлжээнээс өөр давтамжтайгаар давтамжийн цэгийн өөр утгаар дахин тогтоох боломжийг олгодог. (өөрөөр хэлбэл давтамжийн зөрүү At дээр тогтвортой байдлыг олох).  Цаашлаад хоорондоо уялдаатай том сүлжээнд хоорондоо харилцан хамааралтай хяналтын бүсүүдийн хувьд хяналтын бүх газар нь нийт сүлжээний хэмжээнд харилцан холбогдсон систем дэх давтамжийг хянах үйл ажиллагаанд хувь нэмрээ оруулдаг тул аливаа удирдлагын бүсэд эрчим хүч үйлдвэрлэх болон хэрэглээний хоорондын тэнцвэргүй байдал нь хяналтын бүсийн хоорондох эрчим хүчний солилцоог үүсгэдэг хуваарьт, эсвэл өөр хоорондоо тохирсон хэмжээнээс зөрүү үүсэх магадлалтай.  Хоёрдогч давтамжийн хяналт (ачааллын давтамжийн хяналт буюу давтамжийн эрчим хүчний хяналт гэж нэрлэдэг) нь хяналтын бүс дэх эрчим хүчний балансыг хадгалах буюу сэргээх явдал бөгөөд ингэснээр сүлжээний давтамж f-ийг багцын цэгийн утга, хөрш зэргэлдээ хяналтын бүсүүдтэй программчлагдсан хуваарьт утгуудтай солилцох, ингэснээр анхдагч хяналтын хүчийг идэвхжүүлсэн нөөцийг дахин ашиглах боломжтой болно.  Хоёрдогч давтамжийн хяналт нь төвлөрсөн автомат үйлдвэрлэлийн хяналт (AGC) -ыг ашиглаж, идэвхтэй цахилгааны чадлын багц цэгүүдийг автоматаар өөрчилж, хоёрдогч хяналтын нөөц бүхий зарим нэгжийн үйлдвэрлэлийн тохиргоог хийнэ. Энэ хоёрдогч давтамжийн хяналт нь хэдхэн минутын туршид үйлчилдэг тул анхдагч давтамжийн хяналтаас цаг хугацааны хувьд салгагдсан: хоёулаа зэрэгцээ ажиллаж боломжтой. | **Figure B.2 – Behaviour of two units with different governor permanent droop values**  **B.4 Secondary frequency control**  As mentioned above, in response to a sudden imbalance between power generation and consumption (e.g. as consequence of an incident) or random deviations from the power equilibrium, the primary control allows a balance to be re-established at a grid frequency value other than the frequency set-point value (i.e. at a steady-state frequency deviation Δf).  Furthermore, in case of different interconnected control areas within a large interconnected grid, since all control areas contribute to the frequency control process in the global interconnected system, an imbalance between power generation and consumption in any control area will also cause power interchanges between individual control areas to deviate from the scheduled values, or agreed values between companies.  The function of secondary frequency control (also known as load-frequency control or frequency-power control) is to keep or to restore the power balance in each control area and, consequently, to keep or to restore the grid frequency f to its set-point value, and the power interchanges with adjacent control areas to their programmed scheduled values, thus ensuring that the full reserve of primary control power activated will be made available again.  Secondary frequency control may make use of a centralised automatic generation control (AGC), modifying automatically the active power set points and producing adjustments of some generation units with corresponding secondary control reserves. This secondary frequency control operates for periods of several minutes, and is therefore timely dissociated from primary frequency control: both are operating in parallel. |

|  |  |
| --- | --- |
| **Хавсралт С**  (мэдээллийн)  **Түргэн унтраалт болон аваарын унтраалт**  **С.1.Ерөнхий**  15.15.2.5-д дурдсанчлан олон янзын шалгуур, өөр өөр сервомотор унтраалтын санаачлагч төхөөрөмжүүдийн янз бүрийн хослолуудаас шалтгаалан олон тооны өөр өөр стратегиудыг өргөн хэрэглэдэг.  Нэр томьёо нь өнөө үед олон улсын хамтын нийгэмлэгт өөр өөрөөр хэрэглэгдэж, өөр хоорондоо зөрчилдөж байгаа учраас аваарын унтраалт болон түргэн унтраалт нэр томьёог стандартчилах боломжгүй юм.  Хавсралт С-д хоёр янзын өргөн хэрэглэгддэг стратеги, түргэн / аваарын унтраалтын тодорхойлолтуудыг жишээ болгон оруулсан.  **С.2 Алтернатив хувилбар I**  **C.2.1 Ерөнхий**  Энэ стратегийн үндсэн зорилго нь хэт эргэлтэд орохоос сэргийлэх/аваарын унтраалтын төхөөрөмжийг идэвхжүүлэх, эсвэл хэт их ачаалалтай байх тохиолдлуудын тоог хязгаарлах, үүгээр үүсгүүрийн нэгжийг стресс, хүнд нөхцөлөөс аль болох ангид байлгана. Ингэснээр аюулгүй байдлын шаардлагатай түвшинд хүрч чадна.  **C.2.2 Түргэн унтраалт**  **C.2.2.1 Тодорхойлолт**  Турбиний роторын эргэлтийг тохируулагч удирдлагын систем ажиллаж байсан нөхцөлд нэгжийн алдаа гарсан үед түргэн унтраалгыг идэвхжүүлнэ. Энэ нэгж нь хамгийн ойр сервомоторыг хаах үед роторын эргэлтийг тохируулагч удирдлагад буюу / эсвэл цахилгаан гидравлик унтраалтын төхөөрөмж дээр хаагдах сигналыг хийснээр зогсдог.  **C.2.2.2 Хэрэгжилт**  Цахим, цахилгааны болон хэрэв боломжтой бол зэрэгцээ цахилгаан-механик эсвэл цахилгаан гидравлик төхөөрөмжүүд нь хаалтын байрлалд гол хяналтын хавхлагын поршенийг нэн даруй, бүрэн хүчин чадлаар хаах зориулалттай.  **C.2.2.3 Түргэн унтраалт, механик догол (QSD-M)**  Механик хэсэгт (жишээ нь холхивч, удирдлагын гидрийн тосны даралт, гидрийн тосны түвшин гэх мэт) алдаа гарсан тохиолдолд нэгжийг хэт хурдны стрессээс зайлахын тулд генераторын хэлхээг нэн даруй таслагчаар таслах шаардлагагүй. Хэрвээ генераторын таслуур хаагдвал хэт хурд авалтад орохгүй болно. Генераторын таслуур бага зэргийн хоцрогдлоор ажиллана (турбин хөтчийн сэнсний нээлхийн байрлал, пелтон турбины бүрэн цэнэглэгдсэн дефлектор, эсвэл тэг гаралтын чадал хүрэх үед ойролцоогоор).  **C.2.2.4 Түргэн унтраалт, цахилгааны гэмтэл (QSD-E)**  Нэгжийн цахилгааны хэсэг дэх алдаа (ж.нь генераторын цахилгааны хэсэг) гарсан тохиолдолд генераторын таслагчийг нэн даруй татан авна.  **С.2.3 Аваарын унтраалт**  **C.2.3.1 Тодорхойлолт**  Турбины роторын эргэлтийг тохируулах удирдлагын системд ноцтой гэмтэл гарах, хэт хурд авах тохиолдолд, эсвэл аваарын унтраалтын товчлуурыг идэвхжүүлсэн үед яаралтай зогсолтыг хийнэ. Роторын эргэлтийг тохируулах удирдлага болон хурдыг мэдрэх системийг яаралтай ажиллагаанд тохиромжгүй гэж үздэг. Төхөөрөмжийг зогсоох нөхцөлд үндсэн ус оруулах хяналтын эрвээхэй хаалтыг хаах, роторын эргэлтийг тохируулах удирдлагын системийн хавхлагуудыг (усны хонгилыг хаах) хааж, эсвэл бусад хяналтын төхөөрөмжүүдийг хаах хэлбэрээр нэгжийг зогсооно.  Аваарын унтраалтын дохио нь энгийн, найдвартай ажиллагааг зогсоох төхөөрөмжид холбогдсон байх бөгөөд энэ нь үндсэн нэгжийн хяналтын системээс хараат бус эсвэл бүрэн бүтэн системийг хянах системд холбогдсон байх ёстой.  **C.2.3.2 Хэрэгжилт**  Цахилгаан механик эсвэл цахилгаан гидравлик төхөөрөмж нь үндсэн сервомоторын тусламжтайгаар роторын эргэлтийг тохируулагч удирдлагаар дамжин хаагдана. Бөмбөрцөг хавхлага гадна, эрвээхэй хаалт буюу ус оруулах хаалт (урсгалын хажуугийн хаалт) зэргийг нэмэлтээр болон орлуулсан хэлбэрээр байж болно.  Аваарын унтраалтын үед шаардагдах хүчийг дараах байдлаар өгч болно:  - гидравлик эрчим хүчний хангамжийн систем дэх гидрийн тосны нэмэлт эзлэхүүн;  - гидрийн тосны даралтын нийлүүлэлтээр;  - хаах жингээр;  - даралтын усны сервомотороор (жич: өндөр түрцийн суулгалтын тохиолдолд дефлекторын хувьд);  - хаалтын пүрш.  Шалгах шалгуур нь дараах байдалтай байна:  - нэгжийн хэт хурд;  - роторын эргэлтийг тохируулах удирдлагын ноцтой догол (жишээ нь: хоточ нохой);  - цахилгаан станцын аюулын зарим онцгой нөхцөл (жишээ нь үер);  - аваарын унтраалтын товч дарагдсан.  **С.2.3.3 Автомат аваарын унтраалт (ESD-A)**  Турбины удирдлагын тогтолцоонд ноцтой алдаа гарах, эсвэл хэт эргэлтийн хурдны улмаас аваарын унтраалтын ажиллагаа автоматаар эхэлнэ. Хэт эргэлтийн хурдны стресст нэгжийг оруулахгүйн тулд генераторын таслагчийг нэн даруй хийх шаардлагагүй. Хэрвээ генераторын таслуур хаагдаагүй нөхцөлд хэт хурд авалт үүсэх учиргүй. Генераторын таслагчийг хоцрогдолтой ажиллуулна (турбины чиглүүлэгч хавхлагийн ачаалалгүй байрлал, пелтон турбины бүрэн хаагдсан дефлектор, буюу эсвэл чадлын гаргалт тэг болсон нөхцөлд).  **С.2.3.4 Аваарын товчлуураар яаралтай унтраах (ESD-PB)**  Үйлдвэрийн оператор нь нэгжийг зогсоох шийдвэрт хүргэх хэвийн бус байдал ажиглагдсан тохиолдолд аваарын унтраах товчлуурыг ажилд оруулна. Энэ тохиолдолд нэгж хяналтын системд доголдлын мэдээлэл ирэхгүй учир генераторын хэлхээний таслуур нэн даруй ажиллана.  **С.2.4 Хураангуй хүснэгт ба хосолсон нийлмэл ажиллагааны тохиолдлууд**  C.1-р хүснэгтэд түргэн унтраалт болон аваарын унтраалт үссэн тохиолдолд янз бүрийн хувилбарыг нэгтгэн харуулав.  Нэгжийн аюулгүй байдлыг хангахын тулд холимог тохиолдлууд зөв үйлдэл хийхэд хүргэж байна. Үндсэн дүрмүүд нь:  - ТХБ нь QSD-ээс өндөр ач холбогдолтой;  - Генераторын таслагчийг нэн даруй таслах нь хоцроохоос илүү чухал ач холбогдолтой.  Жишээлбэл: QSD-E -тэй хослуулсан ESD-A хосолсон нэгж нь аваарын унтраалтыг удирдаж, генераторын таслагчийг нэн даруй таслахад хүргэнэ (үр дүн нь ESD-PB-тэй төстэй).  **С.1 хүснэгтийн - Алтернатив I – Tүргэн унтраалт болон аваарын унтраалтын хувилбарын тойм** | **Annex C**  (informative)  **Quick shutdown and emergency shutdown**  **C.1 General**  As stated in 5.15.2.5 there are several different tripping strategies widely used as common practice today depending on a combination of different tripping criteria, different servomotor shutdown initiating devices and the corresponding sequence of tripping actions.  The terms quick shutdown and emergency shutdown cannot be standardized at the time being, because the terms are used differently and contradictory today in the international community.  Annex C contains two different widely used strategies and emergency/quick shutdown definitions as examples.  **C.2 Alternative example I**  **C.2.1 General**  The basic objective of this strategy is to limit the number of tripping cases in which the emergency shutdown device is activated and/or overspeed will occur, thus resulting in less stressing and wearing tripping procedures for the generating unit. In spite of that the required level on safety will be achieved.  **C.2.2 Quick shutdown**  **C.2.2.1 Definition**  Quick shutdown is activated in case of faults in the unit when the turbine governing system is still operative. The unit is shutdown within the shortest servomotor closing time by imposing a closing signal on the electronic governor and/or to an electro-hydraulic shutdown device.  **C.2.2.2 Implementation**  The electronic, electrical and if available the parallel electro-mechanical or electro-hydraulic devices are designed to provide an immediate and full displacement of the main control valve piston into its closing position.  **C.2.2.3 Quick shutdown, mechanical faults (QSD-M)**  In case of faults in the mechanical part of the unit (e.g. bearings, governor oil pressure, oil level, ...) and in order to not unnecessarily stress the unit as a consequence of overspeed, it is not required to trip the generator circuit breaker immediately. As long as the generator circuit breaker is closed, no overspeed will occur. The generator circuit breaker should be tripped with a delay (approximately in the no load position of the turbine guide vane opening, fully inserted deflector of Pelton turbines or at the moment when zero power output is reached).  **C.2.2.4 Quick shutdown, electrical faults (QSD-E)**  In case of faults in the electrical part of the unit (e.g. electrical part of generator) the generator circuit breaker is tripped immediately.  **C.2.3 Emergency shutdown**  **C.2.3.1 Definition**  Emergency shutdown is released in case of over-speed, serious faults in the turbine governing system or when the emergency shutdown push-button is activated. The governor and/or the speed sensing system are assumed to be inoperative. The unit is shutdown either by closing the guide vanes by overriding the governor and usually also some other elements of the unit control system and/or by closing the main shutoff valve or gate (if closable under flow).  Signals leading to emergency shutdown should be hardwired connected to a simple and robust emergency shutdown device, which is independent from the main unit control system, or to a fully redundant unit control system.  **C.2.3.2 Implementation**  The electro-mechanical or electro-hydraulic device closes the main servomotor by bypassing the governor. Additionally or alternatively closing of the spherical valve, the butterfly valve or intake gate (closable under flow) is initiated.  Provisions of emergency shut-down energy may be provided by:  - additional oil volume in the hydraulic energy supply system;  - a separate pressure oil supply;  - closing weight;  - pressure water servomotor (e.g. for the deflector in the case of high head installations);  - closing spring.  Tripping criteria are as follows:  - over-speed of the unit;  - serious governor failure (e.g. watchdog);  - certain special conditions of danger within the power plant (e.g. flooding);  - push-button emergency shutdown is pressed.  **C.2.3.3 Automatic emergency shutdown (ESD-A)**  The emergency shutdown is released automatically as a consequence of over-speed or serious faults in the governing system of the turbine. In order to not unnecessarily stress the unit as a consequence of over-speed it is not required to trip the generator circuit breaker immediately. As long as the generator circuit breaker is closed, no overspeed will occur. The generator circuit breaker should be tripped delayed (approximately in the no load position of the turbine guide vane opening, fully inserted deflector of Pelton turbines or at the moment when zero power output is reached).  **C.2.3.4 Push-button emergency shutdown (ESD-PB)**  The emergency shutdown push-button should be pressed in situations where the operator of the plant notices an abnormal situation leading to the decision to shutdown the unit. As in this case no information about the type of failure is available to the unit control system, the generator circuit breaker is tripped immediately.  **C.2.4 Summary table and combined tripping cases**  Table C.1 summarises the different cases for quick shutdown and emergency shutdown.  Provisions shall be taken that combined tripping cases lead to the right actions in order to assure the safety of the unit. Basic rules are:  - ESD has higher priority than QSD;  - the immediate tripping of the generator circuit breaker has higher priority than the delayed tripping.  Example: A combination of ESD-A with QSD-E shall lead to an emergency shutdown of the unit by overriding the governor and to an immediate tripping of the generator circuit breaker (the result is similar to ESD-PB).  **Table C.1 – Alternative I – Summary of cases for quick shut-down and emergency shut-down** |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Таслах ажиллагаа | | Таслах таслуур | Роторын эргэлтийг тохируулагч | | Аргачлал | |
| Хүчинтэй | Хүчингүй |
| QSD-M | Шуурхай унтраалт, механик алдаа | Нэгжийн механик алдаа | x |  | Генераторын автомат таслагчийн ажиллагааны хоцрогдол (ачаалалгүй нээлт эсвэл PG "0) | Зохицуулагч болон / цахилгаан / гидравлик төхөөрөмж дээр хаах дохиог оруулах замаар хамгийн богино хугацаанд сервомоторыг салгана |
| QSD-E | Түргэн унтраалт, цахилгааны алдаа | Нэгжийн цахилгааны алдаа |  | x | Генераторын автомат таслуурыг шуурхай салгах |
| ESD-A | Автомат аваарын унтраалт | Хэт хурд авалт, роторын эргэлтийг тохируулах удирдлагын ноцтой алдаа |  |  | Боломжтой тохиолдолд генераторын автомат таслагчийн ажиллагааг хоцроох(ачаалалгүй нээлт эсвэл PG "0) эсвэл чиглүүлэгч далбангийн нээлтийн өнцөг = 0 = хаагдсаны дараа) | Роторын эргэлтийг тохируулах удирдлагын болон нэгж хяналтын системийн бусад элементүүдийг давж аваарын унтраалт, эсвэл бөмбөрцөг хавхлага, эрвээхэйн хавхлаг эсвэл хаалтыг хаах (урсгалын доор хаах боломжтой бол) |
| ESD-PB | Аваарын унтраалтын товчлуур | Операторын шийдвэр | хамааралгүй | | Генераторын автомат таслуурыг шуурхай салгах |
| Хавсарсан алдааны тохиолдолд | | | | | ESD нь QSD-ээс өндөр ач холбогдолтой.  Генераторын таслагчийг нэн даруй таслах нь хоцроохоосоо илүү чухал ач холбогдолтой. | |
| Энгийн турбины зогсолтын төгсгөлд QSD ба / эсвэл ESD хавхлага ажиллуулахыг зөвлөж байна. Өөрөөр, QSD ба / эсвэл ESD хавхлагуудын үечилсэн ажиллагааны туршилтыг зөвлөж байна. | | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Tripping case | | Tripping criterium | Governor status | | Actions | |
| operative | inoperative |
| QSD-M | Quick  shutdown,  mechanical fault | Mechanical fault  in the unit | x |  | Delayed tripping of the generator circuit breaker  (no load opening or  *P*G ≈ 0) | Shutdown within the shortest servomotor closing time by imposing a closing signal on the governor and/or  electro/hydraulic shutdown device. |
| QSD-E | Quick shutdown,  electrical fault | Electrical fault in the unit |  | x | Immediate tripping of the generator circuit breaker |
| ESD-A | Automatic emergency shutdown | Over-speed, serious faults in the  governing system |  |  | If possible delayed tripping of the  generator circuit breaker  (no load opening or  *P*G ≈ 0,  or latest when guide vane opening = 0 = closed) | Emergency shutdown by  overriding the governor and other elements of the unit control system and/or by closing of spherical valve, butterfly valve or gate (if closable under flow) |
| ESD-PB | Push-button emergency shutdown | Decision of the operator | irrelevant | | Immediate tripping of the generator circuit breaker |
| Combined cases | | | | | ESD has higher priority than QSD.  The immediate tripping of the generator circuit breaker has higher priority than the delayed tripping. | |
| It is recommended to operate QSD and/or ESD valves at the end of normal turbine stop. Alternatively a periodic functional test of QSD and/or ESD valves is advisable. | | | | | | |

|  |  |
| --- | --- |
| **С.3 Алтернатив жишээ II**  Зарим хэрэглэгчид болон ханган нийлүүлэгчид аюулгүй ажиллагааны функц болох түргэн унтраалт, аваарын унтраалтын алтернатив хэлбэр болох аливаа нэгэн алдаа гарсан тохиолдолд идэвхжих ерөнхий хавхлагийг ашигладаг.  Энэ унтраалтын хавхлагийн нөлөөлөл нь роторын эргэлтийг тохируулах удирдлагын системийн үйл ажиллагааг давж гарна.  Энэ шийдэлд зөвхөн хоёр таслалтын тохиолдлууд байдаг:  - түргэн унтраалт (QSD), механик эвдрэл, роторын эргэлтийг тохируулах удирдлагын систем дэх ноцтой алдаа;  - аваарын унтраалт (ESD), цахилгаан гэмтэл, эсвэл операторын унтраах товчийг дарах гэх мэт.  С.2 хүснэгтэд түргэн унтраалт, аваарын унтраалтын янз бүрийн тохиолдлуудын хувилбарыг хувилж харуулав.  **C.2-р хүснэгт - Алтернатив II – Түргэн унтраалт болон аваарын унтраалтын хувилбарын тойм** | **C.3 Alternative example II**  Some customers and suppliers implement the safety functions quick shutdown and emergency shutdown in an alternative less extensive way, by using a single shutdown valve that is activated in any case of fault. The effect of this shutdown valve overrides the governor actions.  In this alternative solution, there are only two tripping cases :  - quick shutdown (QSD), in case of mechanical fault, or serious faults in the governing system;  - emergency shutdown (ESD), in case of electrical fault or emergency shutdown push-button pressed by the operator.  Table C.2 summarises the different cases for quick shutdown and emergency shutdown for this alternative.  **Table C.2 – Alternative II – Summary of cases for quick shut-down and emergency shut-down** |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Таслах ажиллагаа | | Таслах шалгуур | Говернерт | | Аргачлал | |
| Хүчинтэй | Хүчингүй |
| QSD | Хурдан унтраалт | хурдан унтраалт (QSD), механик эвдрэл, роторын эргэлтийг тохируулах удирдлагын систем дэх ноцтой алдаа | хамааралгүй | | Генераторын автомат таслагчийн ажиллагааны хоцрогдол (ачаалалгүй нээлт эсвэл PG "0) | роторын эргэлтийг тохируулах удирдлагын болон нэгж хяналтын системийн бусад элементүүдийг давж шуурхай унтраах, эсвэл бөмбөрцөг хавхлага, эрвээхэйн хавхлаг эсвэл хаалтыг хаах (урсгалын доор хаах боломжтой бол) |
| ESD | Аваарын унтраалт | аваарын унтраалт, цахилгаан гэмтэл, эсвэл операторын унтраах товчийг дарах | хамааралгүй | | Генераторын автомат таслуурыг шуурхай салгах |
| Хавсарсан алдааны тохиолдолд | | | | | ESD нь QSD-ээс өндөр ач холбогдолтой.  Генераторын таслагчийг нэн даруй таслах нь хоцроохоосоо илүү чухал ач холбогдолтой. | |
| Энгийн турбины зогсолтын төгсгөлд QSD ба / эсвэл ESD хавхлага ажиллуулахыг зөвлөж байна. Өөрөөр, QSD ба / эсвэл ESD хавхлагуудын үечилсэн ажиллагааны туршилтыг зөвлөж байна. | | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Tripping case | | Tripping criterium | Governor status | | Actions | |
| operative | inoperative |
| QSD | Quick  shutdown | Mechanical fault in the  unit, or serious faults in the  governing system | Irrelevant | | Delayed tripping of the generator circuit breaker  (no load opening or  *P*G ≈ 0) | Shutdown by overriding the governor and other elements of the unit control system  and/or by closing of spherical valve, butterfly valve or gate (if closable under flow) |
| ESD | Emergency shutdown | Electrical fault in the unit, or Emergency  shutdown  push-button  pressed by th  e operator | Irrelevant | | Immediate tripping of the generator circuit breaker |
| Combined cases | | | | | ESD has higher priority than QSD.  The immediate tripping of the generator circuit  breaker has higher priority than the delayed tripping. | |
| It is recommended to operate the shutdown valve at the end of normal turbine stop. Alternatively a periodic functional test of shut-down valve is advisable. | | | | | | |