**B201050676 У.Баянжаргал**

**B201050677 М.Мөнхзаяа RMS/EMT SIMULATION**

**Stability emt simulation**

**Introduction**

Энэхүү симуляцийн зорилго нь Эрчим хүчний системд Тасралт , гэмтэл гарах үед , чадал эсвэл үйлдвэрлэх нөхцөл өөрчлөгдсөний өмнө болон дараа үед шинжилгээ хийх явдал юм. Системийн найдвартай байдал нь системийг хэвийн болон хэвийн бус горимын үед тогтвортой байлгах чадвараар тодорхойлогдно. Иймээс цахилгаан системд шилжилтийн процесс үүсгэж загварчлах хэрэгтэй ба энэ нь эрчим хүчний систем дэх чадлын алдагдал болон синхронизмийн нөхцөл алдагдах нөхцөлгүйгээр тэсвэрлэх хэрэгтэй юм. Эрчим хүчний систем дэх шилжилтийн процесс нь хугацаанаас хамааран дараах гурван төрөлөөс бүрднэ.

* Богино хугацааны цахилгаан соронзон шилжилт
* Дунд хугацааны цахилгаан механик шилжилт
* Урт хугацааны шилжилт

Эрчим хүчний системийн элементүүдийн олон түвшний загварчлал, дэвшилтэт алгоритмуудыг ашиглах нь PowerFactory-ийн функцууд нь цахилгаан эрчим хүчний шилжилтийн үзэгдлийн бүрэн хэмжээний дүн шинжилгээ хийх боломж олгодог ба үүнд гурван өөр симуляцийн функцууд байдаг.

1. Энэ нь үндсэн функц бөгөөд дунд болон урт хугацааны симмитер тогтвортой төлөвийн (RMS) сүлжээний загварыг ашигладаг.
2. Balanced ба unbalanced сүлжээний нөхцөлд дунд болон урт хугацааны шиижилтийн үед тогтвортой төлөв (RMS) сүлжээний загварыг ашигладаг гурван фазын функц бөгөөд өөрөөр хэлбэл динамик байдалд дүн шинжилгээ хийх.
3. Сүлжээний balanced ба unbalanced нөхцөлд цахилгаан соронзон болон цахилгаан механик шилжилтийн динамик сүлжээний загварыг ашигласан функц бөгөөд энэ нь ялангуяа богино хугацааны шилжилтийн шинжилгээнд тохиромжтой.

Шилжилтийн симуляцийг гүйцэтгэх үйл явц нь дараах алхамуудыг агуулна.

1. Анхны утгаар хийх тооцоо, чадлын урсгалын тооцоо.
2. Хувьсагчийн үр дүнгийн тодорхойлолт болон симуляцийн эвэнт
3. Үр дүнгийн график ба/эсвэл бусад виртуал хэрэгслийн нэмэлт тодорхойлолт
4. Симуляцийг ажиллуулах
5. Нэмэлт үр дүнгийн график эсвэл виртуал хэрэгслийг бий болгох, эсвэл одоо байгаа зүйлсийг засварлах
6. Тохиргоог өөрчлөх болон тооцоог дахин хийх
7. Үр дүнг хэвлэх

**Тооцооны арга**

**Тогтвортой RMS симуляц**

balanced RMS симуляцийн функц нь цахилгаан механик, хяналтын болон дулааны төхөөрөмж динамикийг авч үздэг. Энэ нь идэвхгүй цахилгаан сүлжээний симмитр , тогтвортой төлөөллийг ашигладаг. Үүнд зөвхөн гүйдэл болон хүчдлийн үндсэн бүрэлдхүүн хэсгүүдийг харгалзан үзнэ. Генератор, мотор, удирдлага, цахилгаан станц, моторт машинуудын загвараас ашигласан тохиолдолд дараах судалгааг хийж болно.

* Шилжилтийн тогтвортой байдал (жишээ нь aюултай гэмтлийг арилгах хугацааг тодорхойлох)
* Дунд хугацааны (ээрэх нөөцийг оновчтой болгох, ачааллыг бууруулах)
* Хэлбэлзлийн тогтвортой байдал( системийн уналтыг сайжруулахын тулд хяналтын төхөөрөмжийг оновчтой болгох)
* Моторын асалт(асах хугацаа ба хүчдэлийн уналтыг тодорхойлох)

Дараах жишээг оруулаад янз бүрийн эвэнтүүдийг симуляцид оруулж болно

* Мотор болон генераторийн асалт болон алдагдал
* Ачаалал үе шаттайгаар өөрчлөгдөх
* Ачааллыг бууруулах
* шугам ба трансформаторыг солих/таслах
* тэгш хэмтэй богино залгааны event
* сүлжээний элементүүдийг оруулах
* станц зогсох

3 фазын RMS симуляци

Хэрэв тэгш хэмт бус гэмтэл эсвэл unbalanced сүлжээг шинжлэх шаардлагатай бол гурван фазын RMS симуляци функцийг ашиглах ёстой. Энэхүү симуляцийн функц нь идвэхгүй цахилгаан сүлжээний 3 фазын balanced сүлжээний загварыг ашигладаг . Цахилгаан механик дахь динамик, хяналтдулааны төхөөрөмжүүд нь үндсэн RMS симуляцийн функцтэй ижил аргаар дүрслэгдсэн байдаг. Тэгш хэмт бус цахилгаан механик төхөөрөмжүүдийг загварчилж болох ба нэг фазын болон хоёр фазын сүлжээ Мөн энэ шинжилгээний функцийг ашиглан дүн шинжилгээ хийж болно. Balanced RMS симуляцийн event-үүдээс гадна unbalanced гэмтлийн үйл явдлуудыг дуурайж болно.

* Нэг фаз болон хоёр фазын богино залгаа (газардлага)
* Фаз хоорондын богино залгаа
* өөр өөр шугамуудын хоорондох хэлхээ хоорондын гэмтэл
* нэг ба хоёр фазын шугамын тасалдал

Эдгээр бүх үйл эвэнтүүдийг нэгэн зэрэг эсвэл тусад нь загварчлах боломжтой, тиймээс ямар ч хослол тэгш хэмт ба тэгш бус гэмтэлийг загварчилж болно

3 фазын EMT симуляц

Хүчдэл ба гүйдлийг EMT симуляцид агшин зуурын утгаараа илэрхийлдэг тул идэвхгүй сүлжээний элементүүдийн динамик үйлдлийг мөн харгалзан үздэг. Энэ нь дараах програмууд зайлшгүй шаардлагатай.

* Гүйдэл ба хүчдэлийн тогтмол ба гармоник бүрэлдэхүүн хэсгүүд
* Инвертер хөдөлгүүртэй машинуудын төлөв байдал
* HVDC дамжуулах системийн төлөв
* Идвэхгүй сүлжээний шугман бус төлөв байдал жишээлвэл трансформаторын ханалт
* Свитчийн төхөөрөмжийн хэт хүчдэлийн үзэгдэлүүд
* Аянга буух
* Гэмтлийн үед хамгаалалтын төхөөрөмжүүдийн нарийн үйл ажиллагааны шинжилгээ

Загварчилсан сүлжээг дүрслэн харуулахын тулд өндөр түвшний нарийвчлал нь бүх үе шатууд болон бүгдийг тодорхойлсон гэсэн үг юм . Тэгш хэмт ба тэгш бус дуурайж болно . EMT функцийг мөн урт хугацааны шилжилтийн симуляцид ашиглаж болно.

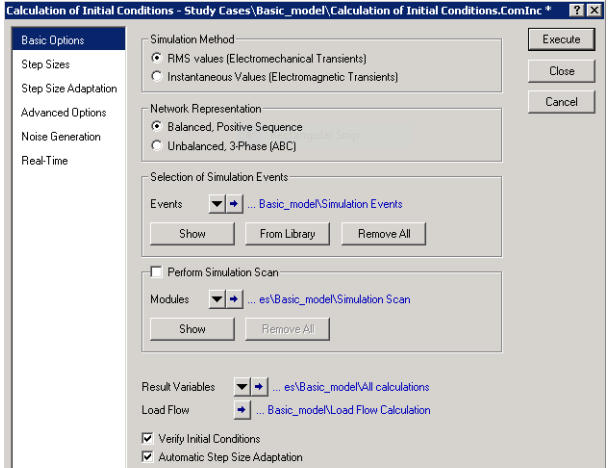
Гэсэн хэдий ч идэвхгүй сүлжээний элементүүдийг төлөөлж байгаа тул динамик байдлаар интеграцийн алхамын хэмжээ нь тогтвортой төлөвтэй харьцуулахад хамаагүй бага байх ёстой. Дүрслэл ба үүний үр дүнд тооцооны хугацаа нэмэгддэг.

**Симуляци хийх**

Ачааллын урсгалын тооцооны үр дүнд үндэслэн бүх дотоод хувьсагч ба дотоод үйл ажиллагааны төлөв холбогдсон машин, хянагч болон бусад шилжилтийн загваруудыг тодорхойлох шаардлагатай. Үүний үр дүнд тооцоо, синхрон генераторын өдөөх хүчдэл ба ачааллын өнцгийг тооцоолно. Нэмж хэлэхэд, хянагч болон цахилгаан станцын загваруудын бүх төлөвийн хувьсагч, идэвхтэй болон ажиллах бусад төхөөрөмж ,Цагийн домэйн симуляцид нөлөөлөхийг мөн тооцсон. Эхний нөхцлийн тооцоог аль нэгээр нь эхлүүлнэ.

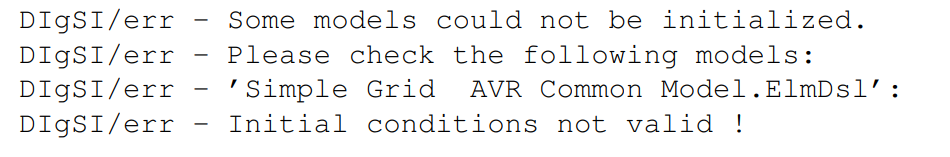
start simulation дарахад гарч ирэх цонхонд дараах ториргоо багтна.

* Basic option-Симуляцийн төрлийг энд сонгосон (RMS, EMT; тогтвортой, тогтворгүй), чадлын урсгалын команд, үр дүнгийн объект болон эвэнтийн жагсаалтыг тодорхойлсон.
* stepsize Хамгийн их ба хамгийн бага алхамын хэмжээг алхамын хэмжээ алгоритмаар ашиглахаар зааж өгнө.
* Аdvenced option-янз бүрийн алдааны хязгаар, давталтын хязгаар, сааруулагч хүчин зүйл гэх мэтийг агуулдаг
* Noise generаtion Стохастик хэрэглээний дуу чимээ үүсгэх параметрүүдийг тодорхойлдог



**анхны төлөв байдлыг шалгах**

Хэрэв анхны төлөв байдлын нөхцөлийг биелүүлж чадвал эрчим хүчний систем тогтвортой байдалд байна. Initial Conditions тохируулгууд идэвхжсэн эсэхийг шалгасны дараа бүх төлөвийн хувьсагчид dx/dt=0 нөхцөлийг шалгана. Хэрэв нэг буюу хэд хэдэн төлөвийн хувьсагчийн дериватив нь 0-тэй тэнцүү биш бол эрчим хүчний систем нь симуляцийн эхэн үеэс гадны үйл явдлыг ашиглахгүйгээр "хөдөлж" эхэлдэг. Энэ тохиолдолд хэрэглэгч холбогдох хянагч эсвэл загвар болон түүний тодорхойлсон анхны нөхцөлийг сайтар шинжлэх хэрэгтэй. Гаралтын цонхонд гарсан бүх анхааруулга эсвэл алдааны мэдэгдлийг сайтар шалгаж үзэх хэрэгтэй. Симулцийн эхлэлээс гардаг нийтлэг асуудал бол хэт ачаалалтай эсвэл дохионы хязгаарлалтаас дээш эсвэл доогуур ажилладаг төхөөрөмжүүд дээр илэрдэг билээ. Гаралтын цонхонд гарч буй алдааны мэдэгдэл дараах байдлаар харагдаж болно.



**INTEGRATION STEP SIZE**

Симуляцад тогтмол алхамын хэмжээг ашиглах үед (Үндсэн дээр автомат алхамын хэмжээг дасан зохицохыг идэвхгүй болгох), EMT эсвэл RMS-ийн нэгтгэх алхамын хэмжээг тохируулах шаардлагатай. Ихэвчлэн тооцоолсон хугацааны алхам бүрийг графикаар зурах шаардлагагүй байдаг бөгөөд зурсан өгөгдлийн бууралт нь мөн симуляцийн хугацааг багасгахад хүргэдэг.

Энэ зорилгоор гаралтын графикуудын алхамын хэмжээг тохируулж болно. Ингэснээр симуляцийн бүх цаг хугацааны цэг бүрийг виртуал хэрэглүүр дээр зурахгүй байж болох юм. Илүү том гаралтын алхамын хэмжээг сонгосноор симуляцийн процессийн тооцоолох үйл явцад нь нөлөөлөлгүйгээр хурдасна . Алхамны хэмжээтэй холбоотой параметрүүд нь:

* Dtemt-цахилгаан соронзон шилжилт(ихэвчлэн 0.001c)
* Dtgrd-цахилгаан механик шилжилт(0.01)
* Dtout-гаралт (ихэвчлэн EMT үед dtemt хугаацаатай, RMS үед dtgrd тай адил байна)

**Start time**

Симуляцийн эхлэх цаг. Энэ нь ихэвчлэн сөрөг байдаг бөгөөд эхний үйл явдлыг t=0 сек-т шинжлэх боломжийг олгодог.

Тайлбар: Цагийн домэйн симуляцийг тохируулахдаа цаг хугацааны зөв алхмуудыг ашиглах нь үр дүнгийн зөв үзэгдлийг ажиглахын тулд симуляци хийх нь маш чухал юм. RMS симуляцийн хувьд хамгийн бага хугацааны алхам нь систем дэх цаг хугацааны тогтмолуудаас үргэлж бага байх ёстой. Хянагчдад Нээлттэй ба хаалттай давталтын хугацааны тогтмолуудыг хоёуланг нь авч үзэх ёстой. Цахилгаан соронзон хувьд түр зуурын, жишээлбэл тархах долгионыг шинжлэхэд хамгийн бага тархах хугацаа нь дээд хэсэг байх бөгөөд хамгийн бага хугацааны алхамаар авах ёстой юм.

"Сул" шугаман бус байдлын (жишээ нь синхрон ба асинхрон машин дахь ханалтын нөлөө) Ньютон-Рафсон дээр суурилсан алгоритмаас гадна EMT симуляцийн функц нь тасалдлыг зөвшөөрдөг. "Хүчтэй" шугаман бус байдлын симуляцийн хувьд (жишээ нь унтраалга, two-slope трансформаторын ханалт эсвэл тиристор).

Эдгээр тасалдал нь хугацааны алхмуудын хооронд ч тохиолдож болно.

Ийм тасалдал гарсан тохиолдолд бүх цаг хугацаанаас хамааралтай хувьсагчдыг тасалдлын агшинд интерполяци хийнэ. Мөн тэр үед симуляци дахин эхэлнэ. Энэ нь тоон хэлбэлзлээс сэргийлж, илүү бага байх боломжийг олгодог цахилгаан электроникийн төхөөрөмжүүдэд нийцүүлэн нэгтгэх алхамын хэмжээ юм.

Хүчдэл хянагч (vco) ба эрчим хүчний системийн тогтворжуулагчийн (pss) динамик загварын тэгшитгэлүүд нь цахилгаан үүсгүүр болон идэвхгүй сүлжээний тэгшитгэлүүдтэй нэгэн зэрэг шийдэгддэг (алхам хэмжээ dtgrd).