



Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Villamosmérnöki és Informatikai Kar
Villamos Energetika Tanszék

Villamosenergia-rendszerek laboratórium II.
IX. mérés

Jegyzőkönyv

DIGSILENT II.

Mérésvezető:

Hartmann Bálint, doktorandusz

Mérés helye:

BME V2 506

Mérés ideje:

EGYSZER

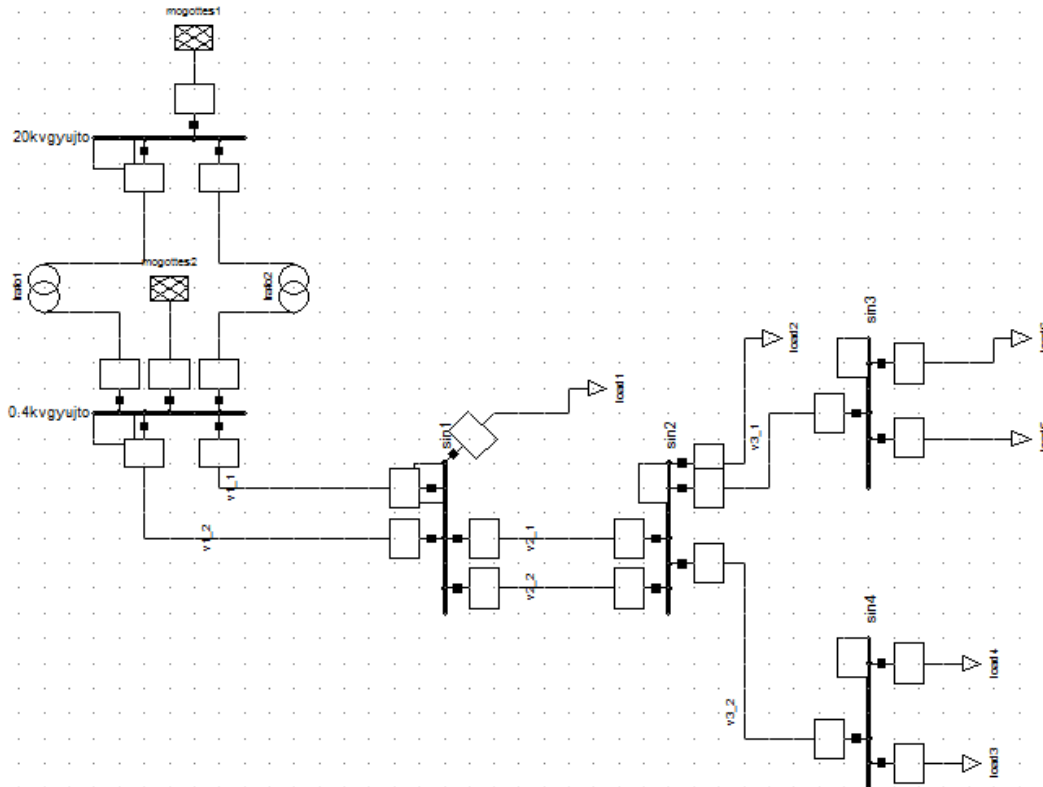
A mérést végezte:

Szergej

ITIS4U

1.

A mérési útmutató alapján összeállítottuk a hálózatot, létrehoztuk az mérési útmutatóban szereplő elemtípusokat, beállítottuk a kívánt paramétereket.



2.1

A 0.4 kV-os gyűjtősínre csatlakozó Mőgöttes2 hálózatot dezaktivizáltuk, és a programmal szimmetrikus Load-Flow vizsgálatot végeztünk. Az egyes gyűjtősínek feszültségei (a fenti ábra jelöléseivel) a következőképpen alakultak:

	Sínfeszültségek [kV]
20kvgyujto	20
0.4kvgyujto	0,3975
sin1	0,3863
sin2	0,3636
sin3	0,3394
sin4	0,3011

Látható, hogy a 20 kV-os gyűjtősínen a mőgöttes hálózat feszültségtartása érvényesül, a többi sínen a 0.4 kV-hoz képest feszültségesés van, a transzformátortól távolodva egyre nagyobb.

A hálózaton eső veszteségi teljesítmény a teljes hálózatra vonatkozó teljesítményegyensúlyból számítható, azaz a teljes betáplált teljesítmény, és a fogyasztók összteljesítményének különbsége megadja a veszteséget.

$$P_V = P_G - P_F$$

Az egyes fogyasztók (load1...load6) teljesítményeit és a Mőgöttes1 hálózat teljesítményét a következő táblázat tartalmazza:

Load	[MW]
1	0,05
2	0,04
3	0,0189
4	0,0169
5	0,015
6	0,03
összes	0,1708
Mőgöttes1	0,1945

A teljes fogyasztás, mely az egyes fogyasztók teljesítményének összege, 0.1708 MW, azaz 170.8 kW. A fenti képlet alapján a teljes hálózaton eső veszteségi teljesítmény:

$$P_V = P_G - P_F = 0.1945 \text{ MW} - 0.1708 \text{ MW} = 0.0237 \text{ MW} = 23.7 \text{ kW}$$

Szokás megadni a veszteséget az összfogyasztás százalékában is:

$$P_{V\%} = 23.7 / 170.8 * 100\% = 13.88\%$$

Ez nagyjából megfelel a tanulmányaink során megismert 10% körüli értéknek.

A sin2 – sin3 és sin2 – sin4 sínek közti feszültségesések egyszerűen a sínek feszültségeinek különbsége adja:

	Feszültségesés [kV]
sin2-sin3	0,0242
sin2-sin4	0,0625

Látható, hogy sin4 felé jóval nagyobb, nagyjából 2.5-szer akkor a feszültségesés (62.5 V), mint sin3 felé (24.2 V). Ez megmagyarázható a vezetékek típusával és hosszával (sin4-hez vezető távvezetéknek jóval nagyobb a kilométerenkénti ohmos ellenállása, és a hossza is), és a különböző terhelésekkel.

A transzformátorok terhelését a következő táblázat tartalmazza:

	Transzformátor terhelések [%]
trafo1	32,3639
trafo2	32,3639

A párhuzamosan kapcsolt két transzformátor terhelése százalékosan egyaránt körülbelül 32.4 %.

2.2

A következőkben ismét szimmetrikus Load-Flow vizsgálatot végeztünk, de most a terhelések feszültségfüggését is figyelembe vettük. Az egyes sínek feszültségeinek alakulását az előző feladathoz képest a következő táblázat tartalmazza:

	2.1 feladat	2.2 feladat
	Sínfeszültségek [kV]	Sínfeszültségek [kV]
20kvgyujto	20	20
0.4kvgyujto	0,3975	0,398
sin1	0,3863	0,389
sin2	0,3636	0,3718
sin3	0,3394	0,3334
sin4	0,3011	0,3527

A vártak megfelelően ebben az esetben a névlegestől való feszültségeltérés csökkent, mivel alacsonyabb feszültségen a fogyasztók teljesítménye is kisebb.

A veszteségi teljesítmény számítása az előző pontban leírtak alapján történik.

Az egyes fogyasztók teljesítményeit, és a Mőgöttes1 hálózat által szolgáltatott teljesítményt a következő táblázat tartalmazza (összevetve az előző feladat értékeivel):

	2.1 feladat	2.2 feladat
Load	Load [MW]	Load [MW]
1	0,05	0,0478
2	0,04	0,0356
3	0,0189	0,0142
4	0,0169	0,0098
5	0,015	0,0123
6	0,03	0,0245
összes	0,1708	0,1442
Mőgöttes1	0,1945	0,157

Látható, hogy a betáplált és a fogyasztott teljesítmény értéke is kisebb lett.

Az teljes hálózaton eső veszteségi teljesítmény 10 % alá csökkent:

2.1 feladat	2.2 feladat
Veszteség (Mőgöttes-Load) [MW]	Veszteség (Mőgöttes-Load) [MW]
0,0237	0,0128
A fogyasztás százalékában:	A fogyasztás százalékában:
13,88%	8,88%

2.3

A következőkben azt vizsgáltuk, hogy a szabványosan elfogadott $U_n \pm 10\%$ előírásnak a hálózat mely pontjai nem felelnek meg. Ez esetünkben azt jelenti, hogy a hálózat mely pontján esik a feszültség a 400 V 90%-a alá, azaz 360 V alá (a 20 kV-os gyűjtősínen továbbra is feszültségtartás van Mőgöttes1 hálózat miatt). A névleges feszültségtől való százalékos negatív eltéréseket az egyes sínekre a következő táblázat tartalmazza:

	Negatív eltérés a névlegestől	
20kvgyujto	0,00%	(fesz. tartás)
0.4kvgyujto	0,50%	< 10 %
sin1	2,75%	< 10 %
sin2	7,05%	< 10 %
sin3	16,65%	> 10 %
sin4	11,83%	> 10 %

Látható, hogy a sin3 és sin4 síneken haladja meg a feszültségesés értéke a 10 %-ot. A probléma orvoslására egyes távvezetékek cseréjét javasoltuk, jobb paraméterekkel (kisebb ohmos ellenállással) rendelkező vezetésekre. Először a sin2 utáni v3_1 és v3_2 vezetéseket cseréltük ki a legjobb paraméterekkel rendelkező VEZ1 típusú vezetőre. Így sin3-on 10% alá csökkent a névlegestől való eltérés, sin4-en azonban továbbra is meghaladta azt (noha kevesebb, mint 1%-kal). Annak érdekében, hogy sin4 feszültsége is a névleges 10%-os környezetébe kerüljön, v2_1 és v2_2 vezetőt is VEZ1 típusúra módosítottuk. Lényegében tehát a sin1 utáni összes vezetőket kicseréltük a legjobb típusúra, ami a valóságban jelentős többletköltséget jelent. Így azonban a feszültségesés értéke a hálózaton sehol nem haladta meg a 10%-ot. A mért adatok a csere után a következők:

a sin1 gyűjtősín utáni összes vezetőket 'VEZ1' típusúra cseréltük		
	Sínfeszültségek [kV]	Negatív eltérés a névlegestől
sin3	0,3642	8,95%
sin4	0,3618	9,55%

A távvezetékek cseréje után ismét vizsgáltuk a hálózati veszteséget:

	2.2 feladat	2.3 feladat
Load	[MW]	[MW]
1	0,0478	0,0477
2	0,0356	0,0361
3	0,0142	0,0162
4	0,0098	0,0126
5	0,0123	0,0129
6	0,0245	0,0258
összes	0,1442	0,1513
Mögöttes1	0,157	0,1603
Veszteség (Mögöttes-Load)	0,0128	0,009
Fogyasztás százalékában	8,88%	5,95%

Látható, hogy a hálózati veszteség tovább csökkent, már csak a teljes fogyasztás körülbelül 6 %-a.

2.4

A következőkben load4 fogyasztó típusát LD1-re cseréltük, azaz a teljesítményének feszültségfüggését nagyjából felére csökkentettük. Ezek után ismét vizsgáltuk a fogyasztást, és a hálózati veszteségeket:

	2.3 feladat	2.4 feladat
Load	[MW]	[MW]
1	0,0477	0,0477
2	0,0361	0,0361
3	0,0162	0,0161
4	0,0126	0,0144
5	0,0129	0,0129
6	0,0258	0,0258
összes	0,1513	0,1530

Látható, hogy load4 fogyasztása megnőtt, mivel a feszültségfüggését lecsökkentettük. Load3 fogyasztása minimálisan csökkent. Ennek oka, hogy load4-gyel közös sínen van. Az összefogyasztásban ez nem okozott számottevő változást, így a hálózat teljes veszteségében sem.

2.5

A következőkben load5 fogyasztó típusát LD2-re cseréltük, ez 3F ABC-N kapcsolódás helyett 1F F-N kapcsolódást jelent (azaz háromfázisú helyett egyfázisúra cseréltük). Az aszimmetrikus Load-Flow számítást elvégezve azt tapasztaltuk, hogy az nem történt meg Load5-re (mivel azt egyfázisúra cseréltük).

3.

Az utolsó feladat során aktivizáltuk Mőgöttes2 hálózatot, és dezaktivizáltuk Mőgöttes1-et. Load5 típusát visszaállítottuk az eredeti LD1 típusra, a transzformátorokat pedig üzemben kívül helyeztük. Így a hálózat 20 kV-os részét teljesen leválasztottuk. Sin2 sínen különböző zárlatokat hoztunk létre.

3F zárlat:

	Sínfeszültségek [kV]				
	Előzetes Load-flow	sin2-n bekövetkező 3F zárlat	I _{kss} [kA]	i _p [kA]	Sk _{ss} [MVA]
0.4kvgyujto	0,4	0,3990			
sin1	0,3906	0,2650			
sin2	0,3769	0	3,49	5,105	2,42
sin3	0,3659	0			
sin4	0,3629	0			

A zárlati áram csúcserőértéke sin2-n $i_p = 5.1$ kA, állandósult értéke pedig $I_{kss} = 3.5$ kA nagyságúra adódott. Mivel sin2-n 3F zárlatot hoztunk létre, az utána lévő hálózatrészekben a feszültség 0 V-ra esett, valamint a zárlat miatt sin1-en is esett a feszültség (kismértékben még a 0.4 kV-os gyűjtősínen is). A zárlati teljesítmény 2.4 MVA.

1FN zárlat:

Ebben az esetben már nem végezhetünk egyszerű szimmetrikus Load-Flow vizsgálatot, mivel aszimmetrikus zárlatot akartunk vizsgálni. A program szerencsére aszimmetrikus zárlatra is tud számolni, csak a kicsit bonyolultabb modell miatt a számítás kicsit tovább tart (ez persze ilyen kis hálózat esetén nem észrevehető különbség).

		Sk[MVA]	I _k [kA]	I _k [deg]	i _p [kA]
sin1	A	0,07	0,32	155,20	0,46
	B	0,03	0,14	6,90	0,20
	C	0,03	0,14	-62,20	0,21
sin2	A	0,14	0,62	-25,20	0,90
	B	0,00	0,00	0,00	0,00
	C	0,00	0,00	0,00	0,00
sin3	A	0,07	0,01	4,30	0,01
	B	0,03	0,09	-160,40	0,13
	C	0,03	0,10	128,90	0,14
sin4	A	0,00	0,01	-18,30	0,01
	B	0,02	0,08	-171,30	0,11
	C	0,02	0,08	117,00	0,12
load2	A	0,00	0,00	0,00	0,00
	B	0,03	0,11	175,00	0,16
	C	0,03	0,11	108,70	0,16

A sin2 gyűjtősín 'A' fázisán keletkező zárlati áram értéke 0.62 kA-nek adódott -25°-os fázisszöggel, a teljesítmény értéke 140 kVA. Természetesen a 'B' és 'C' fázisértékek a zárlat hatására kinullázódtak. Érdeemes megfigyelni továbbá azt is, hogy a zárlat után lévő síneknél (sin3 és sin4) szintén az 'A' fázis mutatja legjobban a zárlat hatását. Az itt folyó áramok a 'B' és 'C' fázisáramok töredékére estek, jelentős aszimmetriát okozva.

A feszültségadatok felvételére és a mérési feladat további részeinek teljesítésére nem maradt időnk, csak a zárlatos sín fázisfeszültségeinek értékeit sikerült rögzítenünk:

		U [kV]	U [°]
sin2	A	0,19	-2,78
	B	0,21	-119,12
	C	0,21	117,76

A fázisok torzulása a tanultaknak megfelelő, a zárlatos fázis nagysága csökken, a gyűjtősín másik két fázisértéke viszont megnő. A fázisszögek értéke is a korábbiakban tanultaknak megfelelően változik: a 'B' és 'C' fázis fazorai az 'A' irány felé „csukódnak” (a köztük mért kisebbik szög nagysága növekszik).