

A hazai 120 és 220 kV-os hálózati pontokon fellépő független visszaszökő feszültség paramétereinek vizsgálata

MIHÁLKOVICS TIBOR és Dr. SZABÓ-BAKOS RÓBERT
Budapest*

A Magyar Elektrotechnikai Egyesület tagjai

DK 621.316.1.027.81/.82(439) : 621.3.015.33.001.4

A Villamosenergiaipari Kutató Intézet (VEIKI) Villamos Berendezések Főosztálya (VBF) foglalkozik az áramok megszakításának problémáival nagyfeszültségű villamos rendszerekben. A megszakítás témakörén belül elsősorban a zárlatok megszakításával kapcsolatos hazai kérdések tisztázása a legfontosabb. A VBF ez irányú tevékenysége kettős. Egyrészt igyekszik megteremteni a szervezetében működő zárlati próbaállomáson azokat a vizsgálati lehetőségeket, amelyek közép- és nagyfeszültségű megszakítók fejlesztési és típusvizsgálataihoz szükségesek. Másrészt, mint a villamosenergia iparág kutató intézetének egyik részlege, igyekszik tisztázni azokat a körülményeket, amelyek között meg kell szakítani a zárlatokat a hálózaton.

Azok között a tényezők között, amelyek a zárlati áram megszakításának sikerességét jelentősen befolyásolják – a megszakítandó zárlati áram és stationárius üzemi frekvenciájú feszültség mellett – fontos szerepe van a megszakítás pillanatában a megszakító pólus sarkain fellépő tranzienstúl-feszültségnek, a visszaszökő feszültségnek (V. S. F.). Minthogy ez a tranzienstúl-feszültségben a hálózat ki-egyenlítő jellegű szabadrezgése, ezért elsősorban a megszakítók által nem befolyásolt, úgynevezett független visszaszökő feszültség (F. V. S. F.) ismeretére van szükség. A megszakító ívfeszültségével és az utolsó áramnullaátmenet körül gyakorolt hatásával módosítja a hálózati paraméterek által meghatározott F. V. S. F. lefolyását. A megszakító sarkain fellépő tényleges visszaszökő feszültség (V. S. F.) időbeli lefolyásában mégis a hálózati paraméterek a döntően meghatározók. A F. V. S. F. ismerete elsődleges, mint a hálózat adott pontján a hálózat által támasztott igénybevételek egyik jellemzője.

A hálózatainkon fellépő F. V. S. F. ismerete azonban rendszeres és nagy volumenű munkát igényel. Ennek a munkának az elvégzésére egyik legalkalmasabb eszköz a kisminta. A VEIKI a F. V. S. F. vizsgálatára kismintát tervezett és fejlesztett ki, amely 1969 végére elkészült. 1970-ben megkezdjük a legfontosabb csomópontok vizsgálatát 120 és 220 kV-os rendszerünkön. A Nehézipari Minisztérium által anyagilag támogatott mérésorozat célja az alaphálózatunk F. V. S. F. viszonyainak vizsgálata és végső soron az eredmények statisztikai értékelése.

* MIHÁLKOVICS TIBOR okl. villamosmérnök, a Villamosenergiaipari Kutató Intézet tudományos munkatársa;

DR. SZABÓ-BAKOS RÓBERT okl. villamosmérnök, a műszaki tudományok kandidátusa, a Villamosenergiaipari Kutató Intézet tudományos osztályvezetője (Budapest V., Zrínyi u. 1.).

Jelen cikkünkben az alaphálózat négy fontos csomópontján, mintegy 150 megszakítási helyen mért F. V. S. F. paramétereit foglaljuk össze. Célnk az, hogy már az első évi mérési eredmények alapján vázlatos képet adjunk a hazai 120 és 220 kV-os hálózat F. V. S. F. paramétereiről és felhívjuk a tervezők és üzemeltetők figyelmét olyan megszakítási esetekre, amelyek a nemzetközi szabványelőírások típuspróbákon megkövetelt F. V. S. F. értékeivel összevetve is jelentősek.

1. A kisminta-mérések során figyelembe vett általános szempontok

A nemzetközileg elfogadott gyakorlat szerint [1] a földeletlen háromfázisú rövidzárlatot először megszakító pólus sarkain vizsgáltuk a F. V. S. F. időbeli lefolyását. Általában a földeletlen háromfázisú rövidzárlat megszakítása eredményezi a legnagyobb V. S. F. meredekséget és a legnagyobb üzemi periódusszámú visszatérő feszültséget. (First-pole to clear factor = 1,5.)

A szimmetrikus összetevők szabályai szerint a földeletlen háromfázisú rövidzárlatot először megszakító pólus sarkairól nézett hálózat eredő operátoros impedanciája $Z(p) = 1,5 \cdot Z_1(p)$, azaz elegendő csak a pozitív sorrendű hálózatot egyfázisúan leképezni azzal a feltételezéssel, hogy a negatív sorrendű hálózat azonos a pozitív sorrendűvel.

A generátorokat a szubtranzienstul-feszültségű reakanciájukkal, a transzformátorokat rövidzárlati reakanciájukkal képezzük le. A távvezetéseket π -tagokból állítjuk össze, a π -tagok száma egy távvezeték leképezésében 8–12 között változott. Ez a π -tag szám már elegendően nagy ahhoz, hogy megfelelő pontossággal beállítsuk a homogén távvezetéknek fellépő fűrészfog alakú rezgéseket.

A nemzetközi gyakorlatnak megfelelően sínzárlatok esetét vizsgáltuk és mindenek előtt a totális sínzárlatok megszakításakor fellépő F. V. S. F. paramétereket (terminal fault).

A kisminta-hálózat kialakításában a vizsgált állomástól legalább 50 km-es körzetben pontos leképezést hajtottunk végre és a távolabbi hálózatrészeket az 50 km-es körzetből kifelé távvezeték végén rövidzárlati reakanciájukkal vettük figyelembe, tekintettel arra, hogy a helyes leképezéshez a hálózatot ezeknél a csatlakozási pontoknál nem ekinthettük végtelen zárlati teljesítményűnek.

2. A F.V.S.F. kiértékelése négyparaméteres módszerrel

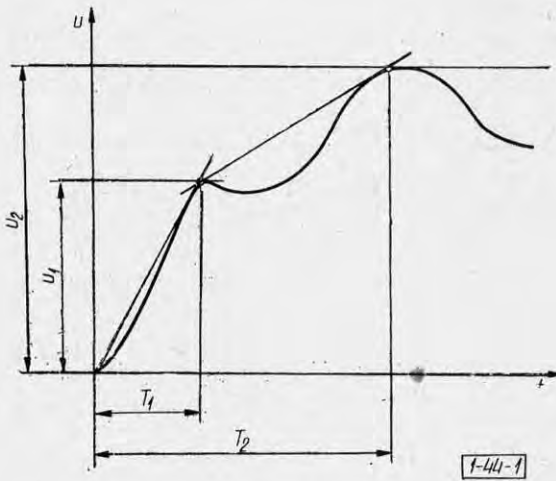
A kismintán mért F. V. S. F. oszcillogramjait a nemzetközileg elfogadott négyparaméteres mód-

(120 kV-os feszültség szint) 1. táblázat 1. táblázat folytatása

Sorszám	Zárlati áram (kA)	F. V. S. F. paraméterei				$S_1 \cdot \delta$	Megjegyzés	Sorszám	Zárlati áram (kA)	F. V. S. F. paraméterei				$S_1 \cdot \sigma$	Megjegyzés
		S_1 (kV/ μ s)	σ	γ	T_2 (μ s)					S_1 (kV/ μ s)	σ	γ	T_2 (μ s)		
1.	28,0	0,87	0,32	1,45	382	0,28	Du, (7b+t+7v)	51.	10,4	0,87	0,96	1,44	770	0,83	D, (t+b+3v)
2.	26,3	0,82	0,44	1,40	376	0,36	Du, (7b+t+6v)	52.	10,2	1,00	0,87	1,50	755	0,87	D, (t+2b+2v)
3.	26,3	0,94	0,35	1,40	368	0,33	Du, (7b+t+6v)	53.	10,2	0,68	0,88	1,50	780	0,60	D, (t+2b+3v)
4.	26,1	0,88	0,33	1,40	376	0,29	Du, (7b+t+6v)	54.	9,9	1,06	1,02	1,30	2400	1,08	G, s, (t+2v)
5.	26,0	1,06	0,50	1,42	342	0,53	Du, (7b+t+6v)	55.	9,9	0,74	0,82	1,43	770	0,61	D, (t+b+3v)
6.	25,9	1,01	0,51	1,43	338	0,52	Du, (7b+t+6v)	56.	9,5	1,29	1,23	1,29	1200	1,59	G, s, (t+2v)
7.	25,8	0,92	0,30	1,53	390	0,28	Du, (7b+7v)	57.	9,5	1,45	1,17	1,25	1020	1,70	G, s, (t+2v)
8.	25,8	0,77	0,29	1,45	400	0,22	Du, (6b+t+7v)	58.	9,4	0,82	0,95	1,50	680	0,78	D, (t+b+3v)
9.	25,5	1,16	0,48	1,42	320	0,56	Du, (7b+t+6v)	59.	9,4	0,98	0,93	1,52	770	0,91	D, (t+b+2v)
10.	25,4	0,98	0,55	1,40	320	0,54	Du, (7b+t+6v)	60.	9,3	0,65	0,76	1,37	800	0,49	D, (t+b+3v)
11.	24,9	1,04	0,41	1,38	440	0,43	Z, (3t+4v)	61.	9,2	2,06	0,69	1,37	300	1,42	Z, (v)
12.	20,7	2,34	0,77	1,35	405	1,80	Z, (3t+3v)	62.	8,9	0,71	0,80	1,47	725	0,57	D, (t+b+3v)
13.	20,7	0,75	1,43	—	—	1,07	Z, k, (3t+3v)	63.	8,6	0,70	0,73	1,50	780	0,51	D, (t+b+3v)
14.	20,3	0,65	1,23	1,42	2330	0,80	G, (2t+4v)	64.	8,5	0,96	0,87	1,57	780	0,84	D, (t+b+2v)
15.	19,6	1,14	0,52	1,37	368	0,59	Z, (3t+3v)	65.	8,0	0,48	0,93	1,48	780	0,45	D, (2b+4v)
16.	19,6	0,55	1,46	—	—	0,80	Z, k, (3t+3v)	66.	8,0	0,76	1,08	1,50	760	0,82	D, (2b+3v)
17.	17,8	0,64	1,00	1,27	2140	0,64	G, (2t+3v)	67.	7,8	0,69	0,90	1,38	780	0,62	D, (2b+3v)
18.	17,8	0,66	1,24	1,41	2420	0,82	G, (t+4v)	68.	7,6	1,47	1,50	—	—	2,21	G, s, (2v)
19.	17,1	0,76	1,08	1,36	2190	0,82	G, (2t+3v)	69.	7,4	2,70	1,11	1,38	400	3,00	Z, (v)
20.	17,1	0,76	1,18	1,45	1120	0,90	G, (t+4v)	70.	7,3	1,54	1,27	—	—	1,96	G, (v)
21.	16,5	0,65	1,02	1,34	2190	0,66	G, (2t+3v)	71.	7,0	1,33	1,67	—	—	2,22	G, s, (2v)
22.	16,5	0,63	1,18	1,42	970	0,74	G, (t+4v)	72.	6,9	0,58	0,90	1,49	760	0,52	D, (2b+3v)
23.	16,5	0,54	1,19	1,44	2670	0,64	G, (t+4v)	73.	6,7	0,47	0,65	1,51	770	0,31	D, (b+4v)
24.	15,3	0,55	1,04	1,30	2860	0,57	G, (t+3v)	74.	6,5	0,44	0,74	1,45	750	0,33	D, (b+4v)
25.	14,7	1,06	0,37	1,35	407	0,39	Z, (3t+2v)	75.	6,5	1,01	0,86	1,50	740	0,87	D, s, (t+2v)
26.	14,6	0,77	1,24	1,37	1320	0,95	G, (t+3v)	76.	6,4	0,47	0,67	1,48	780	0,31	D, (b+4v)
27.	14,5	0,58	1,09	1,37	2280	0,63	G, (t+3v)	77.	6,4	1,06	0,83	1,48	760	0,88	D, s, (t+2v)
28.	14,0	0,72	1,22	1,38	1260	0,88	G, (t+3v)	78.	6,3	1,43	1,36	—	—	1,95	G, (v)
29.	14,0	0,54	1,47	—	—	0,79	G, (4v)	79.	6,3	0,80	1,17	1,48	760	0,94	D, (2b+2v)
30.	14,0	0,56	1,09	1,34	2500	0,61	G, (t+3v)	80.	6,1	0,95	1,36	—	—	1,29	D, s, (2b+2v)
31.	13,7	2,32	0,70	1,32	378	1,62	Z, (2t+v)	81.	6,0	0,70	1,02	1,47	760	0,71	D, (b+3v)
32.	13,7	0,47	1,52	—	—	0,71	Z, k, (2t+v)	82.	6,0	1,64	1,32	—	—	2,16	G, (v)
33.	13,3	0,62	1,45	—	—	0,90	G, (4v)	83.	5,8	0,90	1,38	—	—	1,24	D, s, (2b+2v)
34.	13,3	0,68	1,23	1,38	1280	0,84	G, (t+3v)	84.	5,1	0,49	0,73	1,36	745	0,36	D, (b+3v)
35.	13,0	2,14	0,69	1,30	334	1,48	Z, (t+v)	85.	4,8	0,75	1,04	1,52	760	0,78	D, (b+2v)
36.	12,8	0,84	1,60	—	—	1,34	Z, k, s, (2t+2v)	86.	4,7	0,44	0,72	1,48	735	0,32	D, (b+3v)
37.	12,7	2,85	1,05	1,21	357	3,00	Z, s, (2t+2v)	87.	4,7	1,08	1,50	—	—	1,62	D, s, (2b+2v)
38.	12,7	0,79	1,60	—	—	1,26	Z, s, k, (2t+2v)	88.	4,6	1,74	1,21	1,50	390	2,11	G, (v)
39.	12,0	1,00	1,04	1,50	740	1,04	D, (t+2b+3v)	89.	4,4	2,75	1,03	1,36	666	2,83	D, (t)
40.	11,8	0,96	1,00	1,37	760	0,96	D, (t+2b+3v)	90.	4,2	4,88	1,18	—	—	5,76	Z, (t)
41.	11,4	2,94	1,07	1,20	334	3,15	Z, s, (t+2v)	91.	3,9	1,29	0,55	1,52	2620	0,71	G, (t)
42.	11,1	0,70	0,77	1,47	760	0,54	D, (t+b+4v)	92.	3,8	2,60	1,05	1,21	1000	2,73	G, (t)
43.	11,0	0,59	1,15	1,54	780	0,68	D, (t+2b+3v)	93.	3,8	1,90	0,86	1,41	780	1,63	D, (t)
44.	10,9	0,52	0,99	1,35	780	0,51	D, (t+2b+3v)	94.	3,3	5,12	1,34	—	—	6,86	Z, (t)
45.	10,9	0,83	0,97	1,48	760	0,80	D, (t+2b+3v)	95.	2,2	5,00	1,59	—	—	7,95	Du, (b)
46.	10,9	1,10	0,96	1,48	755	1,05	D, (t+2b+2v)	96.	2,1	0,88	1,43	1,57	1200	1,26	D, (v)
47.	10,9	3,01	1,07	1,29	394	3,22	Z, (t+v)	97.	2,1	0,67	1,08	1,45	790	0,72	D, (v)
48.	10,7	3,53	0,95	1,29	346	3,36	Z, (3t+v)	98.	1,6	1,10	1,74	—	—	1,91	D, (b)
49.	10,5	0,69	0,72	1,50	760	0,50	D, (t+b+4v)	99.	1,1	0,60	1,28	—	—	0,77	D, (v)
50.	10,5	1,14	1,06	1,28	2400	1,21	G, s, (t+2v)	100.	1,1	0,48	1,25	1,28	970	0,60	D, (v)
101.	1,1	0,62	1,37	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
102.	1,0	0,31	1,74	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
103.	1,0	0,33	1,80	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

szerral értékeltük ki. Az általunk választott négy paramétert az 1. ábra mutatja. A négy vizsgált 120 és 220 kV-os feszültség szintű állomáson, a mintegy 150 megszakítási esetben mért F. V. S. F. 1. ábra szerint definiált paramétereit az 1. és 2. táblázatban foglaltuk össze. A táblázatokban megadtuk a megszakított zárlati áramot, ebből a megszakított zárlati teljesítmény is meghatározható.

Az 1. és 2. táblázatban feltüntetett S_1 ; σ ; γ és T_2 értékek viszonyíthatósága érdekében a 3. táblázatban foglaltuk össze a hazai 120 és 220 kV-os megszakítókhoz legközelebb álló 145- és 245 kV-os névleges feszültségű megszakítókra az IEC szab-



1. ábra.

$$S_1 = \frac{U_1}{T_1} \text{ [kV/}\mu\text{sec]; } \sigma = \frac{U_1}{U_{v50}}; \gamma = \frac{U_2}{U_{v50}}$$

$$T_2 = [\mu\text{sec.}]$$

(U_{v50} a visszatérő feszültség csúcsértéke.)

ványokban rögzített F. V. S. F. paramétereket [2], [3].

Az S_1 ; σ ; γ és T_2 paraméterek közül az S_1 és σ paraméterek definiálják a F. V. S. F. kezdeti, nagyobb meredekségű szakaszát. Egymástól függetlenül önmagában azonban nem jellemzők a megszakító igénybevételére, e célból együttes értékelésük is célszerű. Ha a F. V. S. F. kezdeti meredeksége (S_1) nagy, de a kezdeti felfutás amplitúdója (σ) kicsiny, vagy fordítva, ha a kezdeti felfutás amplitúdója nagy, de a kezdeti meredekség kicsiny, akkor kisebb a megszakító igénybevétele F. V. S. F. szempontból, mint amikor a nagy kezdeti meredekségű felfutás amplitúdója is jelentős. Fenti gondolatmenet indokolja, hogy az S_1 ; σ ; γ és T_2 paramétereken túlmenően számítsuk ki az $S_1 \cdot \sigma$ szorzatot is.

A F. V. S. F. paraméterek jobb áttekinthetősége és az információközlés növelése érdekében az 1. és 2. táblázat „Megjegyzés” című oszlopában magyarázó betűjeleket alkalmaztunk. Ezek jelentése a következő:

- Z — a vizsgált megszakító a Zuglói Alállomáson van,
- G — a vizsgált megszakító a Gödi Alállomáson van,
- D — a vizsgált megszakító a Detki Alállomáson van,
- Du — a vizsgált megszakító a Dunamenti Hőerőmű rendszerében van,
- s — a gyűjtősínen vagy valamely leágazásban közvetlenül a megszakító után fellépő zárlat esetén a sínáthidaló megszakító szakít meg (a 2. ábra 1. vagy 2. helyén fellépő zárlat esetén M1 jelű megszakító szakít meg),

k — a gyűjtősínen fellépő zárlatot a sínáthidaló megszakító szakítja meg és fogyasztói kábel csatlakozik a sínáthidaló megszakító által a zárlatról lekapcsolt félgyűjtősíne (2. ábra 1. helyén fellépő zárlat esetén az 1. jelű félgyűjtősíne fogyasztói kábel csatlakozik); ide soroljuk azon esetet is, amikor valamely leágazásban, közvetlenül a megszakító után fellépő zárlatot a leágazási megszakító szakítja meg és a gyűjtősíne fogyasztói kábel csatlakozik (2. ábra 2. helyén fellépő zárlat esetén a M2 jelű megszakító szakít meg, miközben a gyűjtősíne fogyasztói kábel csatlakozik).

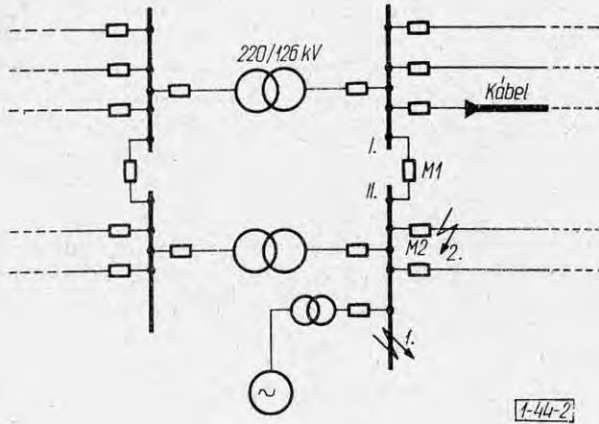
2. táblázat

(220 kV-os feszültség szint)

Sorszám	Zárlati áram (kA)	F. V. S. F. paraméterei				$S_1 \cdot \sigma$	Megjegyzés
		S_1 kV/ μ s	σ	γ	T_2 (μ s)		
104.	11,1	0,91	0,40	1,62	735	0,36	Z, (3t+3v)
105.	10,9	0,76	0,53	1,48	756	0,40	Z, (3t+3v)
106.	10,7	0,68	0,42	1,53	836	0,29	Z, (3t+3v)
107.	10,7	0,64	0,40	1,53	892	0,26	Z, k, (3t+3v)
108.	10,6	0,76	0,33	1,52	800	0,25	Z, (2t+4v)
109.	9,3	0,98	0,72	1,54	703	0,71	Z, (3t+2v)
110.	9,3	0,73	0,24	1,57	794	0,18	Z, (3t+3v)
111.	9,0	0,89	0,57	1,59	730	0,51	Z, (3t+2v)
112.	7,9	1,45	0,76	1,39	860	1,10	G, (t+v)
113.	7,9	1,05	0,69	1,59	800	0,72	G, (2v)
114.	7,7	1,00	0,32	1,69	705	0,32	Z, (3t+2v)
115.	7,7	0,89	0,32	1,69	696	0,29	Z, (3t+2v)
116.	7,6	0,95	0,40	1,57	767	0,39	Z, (3t+2v)
117.	7,3	0,86	0,31	1,58	815	0,27	Z, (3t+2v)
118.	6,9	0,82	1,70	—	—	1,39	D, (t+2v)
119.	6,7	0,91	0,63	1,54	705	0,57	Z, s, (t+2v)
120.	6,3	0,98	1,75	—	—	1,72	D, (b+2v)
121.	6,0	1,57	0,81	1,66	705	1,27	D, (t+b+v)
122.	6,0	1,35	0,62	1,67	565	0,84	D, (t+b+v)
123.	5,8	1,14	0,75	1,50	880	0,86	G, (v)
124.	5,6	0,77	0,29	1,55	805	0,22	Z, s, (2t+2v)
125.	4,8	1,45	0,75	1,56	800	1,09	G, (t+v)
126.	4,6	0,68	1,68	—	—	1,14	D, (2v)
127.	4,6	0,87	0,43	1,65	660	0,37	D, s, (t+v)
128.	4,4	0,93	1,69	—	—	1,57	D, (t+v)
129.	4,4	1,16	0,44	1,66	666	0,51	D, (t+v)
130.	3,8	1,25	0,64	1,74	705	0,80	D, (b+v)
131.	3,8	1,05	1,76	—	—	1,85	D, (b+v)
132.	3,7	0,75	1,76	—	—	1,32	D, (v)
133.	3,5	0,70	1,73	—	—	1,21	D, (v)
134.	3,3	4,00	0,88	1,22	780	3,52	D, (t)
135.	3,2	7,03	1,28	—	—	8,98	Du, (t)
136.	3,1	0,66	0,92	1,71	1050	0,61	Z, (v)
137.	2,3	5,08	1,19	—	—	6,04	G, (t)
138.	2,2	0,48	1,77	—	—	0,85	G, (v)
139.	2,1	5,03	1,21	1,26	960	6,09	G, (t)
140.	1,8	0,59	1,76	—	—	1,04	Z, (v)
141.	1,7	7,85	1,25	—	—	9,80	Z, (t)
142.	1,5	0,45	1,83	—	—	0,82	Z, (v)
143.	1,4	0,33	1,73	—	—	0,57	Z, (v)
144.	1,3	2,66	0,49	1,63	1090	1,31	Du, (t)

A négy mért csomópont közül csak a Zuglói Alállomás 120 kV-os gyűjtősínjére csatlakozott fogyasztói kábel, ennek pozitív sorrendű kapacitása: $C_1 = 2,54 \mu\text{F/fázis}$.

A „Megjegyzés” című oszlopban feltüntettük, hogy a megszakított zárlati áram milyen áramforrásokból származik. A t, b, v betűkkel jelöltük, ha a zárlatra *transzformátor*, generátor-transzformátorblokk, *távvezeték* táplál rá. Például a $(7b+t++7v)$ kifejezés azt jelenti, hogy a vizsgált megszakító 7 blokk, 1 transzformátor és 7 távvezeték eredő zárlati áramát szakítja meg.



2. ábra

3. A mérési eredményekből levonható következtetések

Az alábbiakban röviden, pontokban foglaljuk össze az 1. és 2. táblázatban a zárlati áram szerint rendezett mérési eredményekből levonható következtetéseket és ezekre egy-egy példán keresztül rámutatunk.

3.1.

Nagy kiterjedésű hálózat, tehát nagyszámú betáplálás esetén egy vagy két betáplálás hiánya (karbantartás vagy üzemzavar miatt) nem okoz lényeges, eltérést egy adott helyen, például egy leágazásban fellépő rövidzárlat megszakításakor keletkező F. V. S. F. lefolyásában, kivéve, ha a szóban forgó betáplálás a teljes zárlati áramnak jelentős részét (pl. 25%-nál nagyobb részét) szállítja.

3.1. A

Az 1. és 8. számú mérések eredményeinek összehasonlítása mutatja, hogy a Dunamenti Hőerőmű ugyanazon leágazásában (Olaj I. leágazás) fellépő zárlat megszakításakor nincs lényeges különbség a F. V. S. F. paramétereiben, pedig a 8. mérés esetében egy 150 MW-os blokk ki van kapcsolva.

3.1. B

Az 1. számú mérés 2., 3., 4., 5., 6. számú mérésekkel való összehasonlítása mutatja, hogy ha a működő megszakítón eggyel kevesebb távvezeték

zárlati árama folyik át (akár azért, mert a szóban forgó távvezeték kikapcsolt, akár mert éppen a szóban forgó távvezeteki leágazásban lép fel a zárlat), a működő megszakító F. V. S. F. paramétere nem változnak nagy intervallumban.

3.2

Ha a vizsgált alállomást rövid távvezetékek kötik össze a szomszédos nagy zárlati teljesítményű alállomásokkal, akkor általában szigorú F. V. S. F. paraméterekre lehet számítani a vizsgált alállomás megszakítóinál.

A vizsgált négy alállomás közül elsősorban a Zuglói Alállomás 120 kV-os feszültségszintjén mértünk szigorú F. V. S. F. paramétereket. Ennek magyarázata az, hogy a Kőbányai- és Angyalföldi Alállomásokkal a Zuglói Alállomást rövid (9, ill. 7 km) távvezetékek kötik össze. A fentiekre példaként említjük a 12., 15., 47. stb. sorszámú méréseket.

A 12. számú mérésnél az Angyalföld I. távvezeteki leágazásban fellépő zárlatot a leágazási megszakító szakítja meg. A 15. számú mérésnél a Kőbánya I. távvezeteki leágazásban fellépő zárlatot szintén a leágazási megszakító szakítja meg. A 47. számú mérésnél azt az esetet tételeztük fel, hogy a Zuglói Alállomás 120 kV-os feszültségszintjén, az Angyalföld I. távvezeteki leágazásban fellépő zárlat esetén a sínáthidaló megszakító már megszakított és csak utána szakít meg a vizsgált leágazási megszakító.

Mivel a Zuglói Alállomás 120 kV-os feszültségszintjén OTKF 4001 120/1000 típusú megszakítók vannak beépítve, ezért a megszakítóknak a 12. és 15. számú méréseknél kb. 100%-os, a 47. számú mérésnél kb. 60%-os névleges teljesítményt kell lekapcsolniuk. A mért F. V. S. F. paramétereiket a 3. táblázat szabványos IEC paramétereivel összevetve kiténik, hogy a megszakítók — ha a gyűjtősínre kábel nem csatlakozik — elég nehéz körülmények között üzemelnek.

3. táblázat

IEC szabványos F. V. S. F. paramétereit 145- és 245 kV-os megszakítókra

Névl. fesz. (kV)	First-pole to clear factor	Megszakítási teljesítmény	S_1 kV/ μs	σ	γ	T_2 μs	$S_1 \cdot \sigma$
145	1,5	100%	1,0	1,0	1,4	530	1,0
		60%	2,0	1,5	—	—	3,0
		30%	5,0	1,5	—	—	7,5
245	1,5	100%	1,0	1,0	1,4	900	1,0
		60%	2,0	1,0	1,5	900	2,0
		30%	5,0	1,5	—	—	7,5

A 3.2. pontban leírtak alapján elmondható hogy hasonlóan szigorú F. V. S. F. paraméterek várhatók például az Angyalföldi és a Kőbányai Alállomás 120 kV-os megszakítóinál is.

3.3

Igen szigorú F. V. S. F. paraméterek lépnek fel a zárlatokra rádolgozó transzformátorok és generátor-transzformátor blokkok megszakítóinak működésekor, bár a megszakítóknak az alállomáson maximálisan fellépő szinárlat áramának kb. 20–40%-át kitevő zárlati áramot kell csak megszakítania.

Általában a blokkok és a nagy zárlati teljesítményű gyűjtősínről táplált transzformátorok F. V. S. F.-e két paraméterrel jellemezhető. A F. V. S. F. nagy meredeksége a blokkok és a 220/126 kV-os transzformátorok $f = 6-20$ kHz frekvenciájú önrezgésével magyarázható [4]. Példaként a 89., 90., 95. stb. számú méréseket említjük.

A 89. számú mérésnél a Detki Alállomás 120 kV-os gyűjtősínjén fellépő zárlat esetén a DHBSM 160 MVA-es, 220/126 kV-os transzformátor 120 kV-os megszakítója szakít meg. A 90. számú mérésnél a Zuglói Alállomás 120 kV-os gyűjtősínjén fellépő zárlat esetén az IRTFV 3×50 MVA-es, 220/126 kV-os transzformátor 120 kV-os megszakítója szakít meg. A 95. számú mérésnél a Duna menti Hőerőmű 120 kV-os gyűjtősínjén fellépő zárlat esetén a 150 MW-os blokk megszakítója szakít meg.

3.4

A gyűjtősínre csatlakozó kábel nagy kapacitása révén erősen mérsékli a F. V. S. F. paramétereit. Ezzel magyarázható, hogy a Zuglói Alállomás gyűjtősínjére kapcsolódó erzsébetvárosi 120 kV-os kábel ($C_1 = 2,54 \mu\text{F}/\text{fázis}$) hatására a kábel nélküli esetekhez képest erősen csökken a megszakítók F. V. S. F. igénybevétele.

A táblázatban zárójellel kapcsoltuk össze azon eseteket, amikor a különben azonos feltételek mellett működő megszakítók megszakítási körülményei csak abban különböznek, hogy egyik esetben a gyűjtősínre kapcsolódik kábel, a másik esetben nem. (12–13.; 15–16.; 31–32.; 37–38. számú mérések.)

3.5

Általában elmondható, hogy szigorú F. V. S. F. paraméterek lépnek fel a sínáthidaló megszakítók működésekor. A sínáthidaló megszakítóknak azonban a maximálisan fellépő szinárlat áramának csak kb. 50%-át kitevő zárlati áramot kell megszakítania.

Ilyen eseteket mutatnak a 37., 41., 54. stb. számú mérések. Különösen szigorú F. V. S. F.

paraméterek adódtak a Zuglói Alállomás 120 kV-os sínáthidaló megszakítójának működésekor. A F. V. S. F. igénybevétele a rövid távvezetékek (lásd 3.2 pont) jelenléte is növeli.

A 37. és 41. számú méréseknél a sínáthidaló OTKF 4001 120/1000 típusú megszakítók kb. 60%-os névleges teljesítményt szakítanak meg. A mért F. V. S. F. paramétereket a 3. táblázat szerinti IEC paraméterekkel összevetve látható, hogy a sínáthidaló megszakítók is szigorú F. V. S. F. paraméterek mellett üzemelnek.

*

Összefoglalva fenti méréseink eredményeit megállapíthatjuk, hogy a vizsgált állomásokon beépített megszakítók túlnyomó része — az IEC paramétereket tekintve — a F. V. S. F. szempontjából biztonságos viszonyok között üzemel. A rendes üzemállapottól eltérő hálózati konfigurációban (pl. a 120 kV-os kábel ki van kapcsolva) azonban veszélyes mértékű F. V. S. F. igénybevételek léphetnek fel. A 120 kV-os kábeles energiaátvitel feltehető további kiépítése a rendkívüli és veszélyes üzemállapotok fellépésének valószínűségét jelentősen csökkenteni fogja.

Köszönetnyilvánítás

Mindenekelőtt köszönetet mondunk a NIM Műszaki Fejlesztési Főosztályának a vizsgálatok költségeinek fedezéséért és CSIKOR IMRÉ-nek, a NIM Műszaki Fejlesztési Főosztálya főmérnökének értékes tanácsaiért és támogatásáért. Munkánk alapvető szempontjainak kialakításában DR. VAJTA MIKLÓS, a VEIKI tudományos tanácsadója, a hálózati méréseink megszervezése terén BÁNFAY GYÖRGY OVIT főosztályvezető nyújtott rendkívüli segítséget, ez úton fogadják köszönetünket.

IRODALOM

- [1] BALTENSPERGER P. — CASSIE A. M. — CATENACCI G. — HOCHRAINER A. — JOHANSEN O. S. — POUARD M.: Transient recovery voltage in high voltage networks. — Terminal faults. CIGRE 1968 Session — 10–20 June. 13–10.
- [2] IEC 17A (Central Office) 75 Specification for high-voltage alternating current circuit-breakers. Section three — rating.
- [3] IEC 17A (Central Office) 83 Specifications for alternating current circuit-breakers. Section five — type tests.
- [4] MIHÁLKOVICS T.: A transzformátorok zárlatainak megszakításakor fellépő visszaszökő feszültség meghatározása. Elektrotechnika. 1971.

Érkezett: 1971. X.