



VÉDELMEK ÉS AUTOMATIKÁK

Túláram-idővédelem - 1k

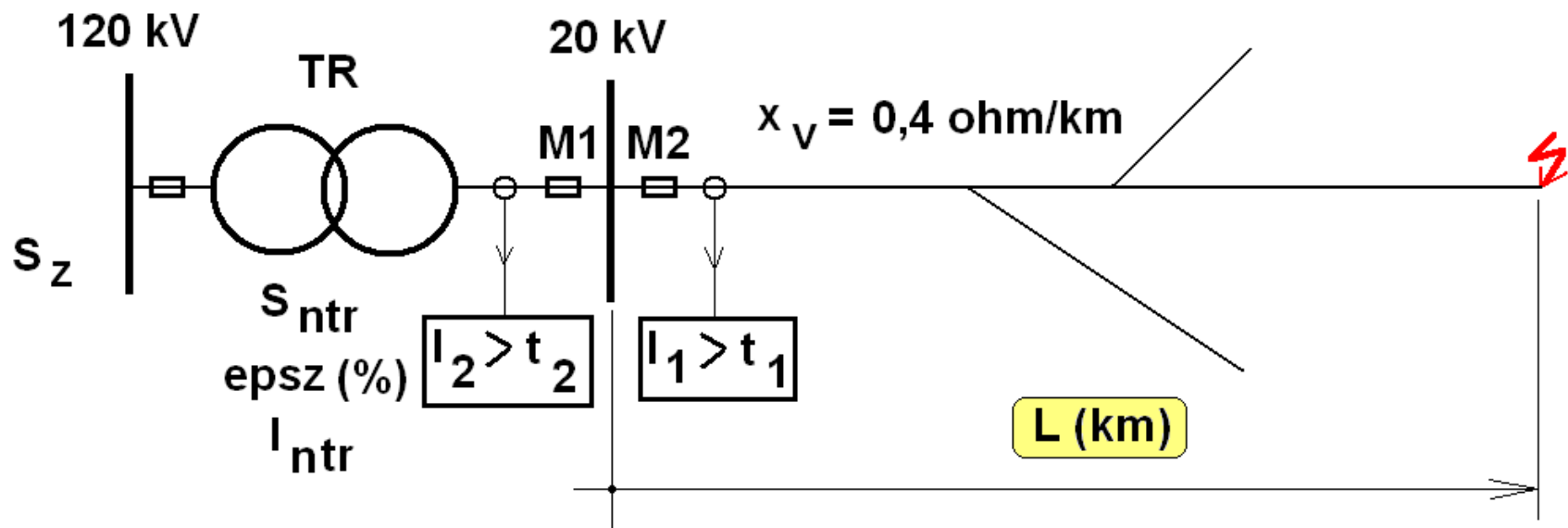
(20 kV-os sugaras szabadvezeték - kiegészítés)

Zerényi József

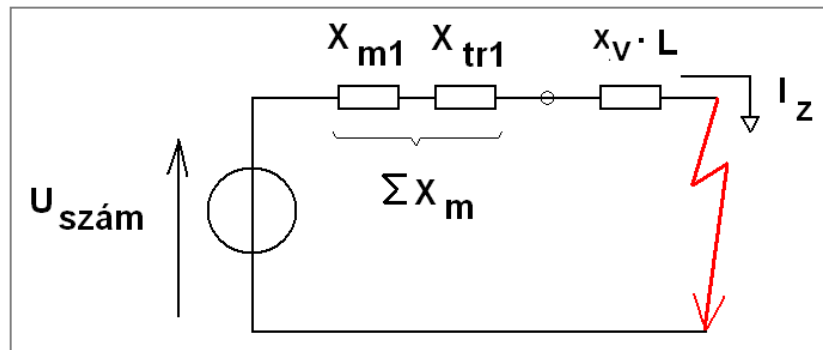
MAVIR Zrt. - RIG

Tel.: 06-20-929-4570, e-mail: zerenyi@mavir.hu





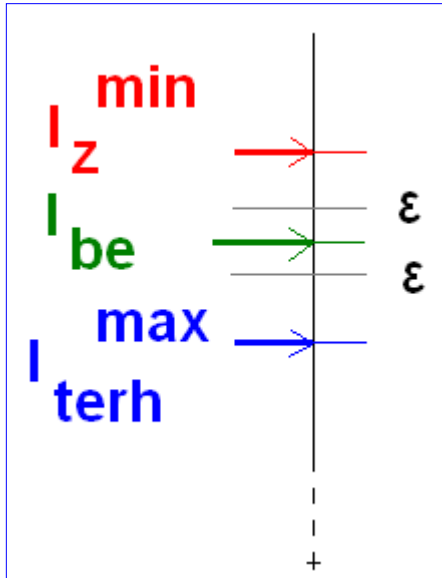
$$I_Z^{min} = \frac{U_{szám}}{(X_{m1} + X_{tr1} + X_v L)} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} > I_{be}(1 + \varepsilon)$$



$$I_{be}(1 + \varepsilon) \leq I_Z^{min} \rightarrow I_{be} \leq \frac{I_Z^{min}}{(1 + \varepsilon)}$$

$$I_{be}(1 - \varepsilon) > I_{terh}^{max} \rightarrow I_{be} > \frac{I_{terh}^{max}}{(1 - \varepsilon)}$$

$$\frac{I_{terh}^{max}}{(1 - \varepsilon)} < I_{be} \leq \frac{I_Z^{min}}{(1 + \varepsilon)} \quad \longrightarrow \quad I_Z^{min} > \frac{(1 + \varepsilon)}{(1 - \varepsilon)} I_{terh}^{max}$$



$$\frac{U_{szám}}{(X_{m1} + X_{tr1} + X_v L)} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} > \frac{(1 + \varepsilon)}{(1 - \varepsilon)} I_{terh}^{max}$$

$$\frac{U_{szám}}{\frac{(1 + \varepsilon)}{(1 - \varepsilon)} I_{terh}^{max}} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} > (X_{m1} + X_{tr1} + X_v L)$$

$$L < \frac{1}{X_v} \cdot \left(\frac{U_{szám}}{\frac{(1 + \varepsilon)}{(1 - \varepsilon)} I_{terh}^{max}} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} - (X_{m1} + X_{tr1}) \right)$$

$U_{szám} = 0,9 \frac{20}{\sqrt{3}} \text{ kV}, X_v = 0,4 \frac{\Omega}{\text{km}}$			
$S_z \text{ (MVA)}$	$S_{ntr} \text{ (MVA)}$	$I_{ntr} \text{ (A)}$	$\sum X_m \text{ (}\Omega\text{)}$
500	16	461,9	0,8+2,5=3,3
	25	721,7	0,8+1,6=2,4
	40	1154,7	0,8+1,0=1,8
1000	16	461,9	0,4+2,5=2,8
	25	721,7	0,4+1,6=2,0
	40	1154,7	0,4+1,0=1,4
2000	16	461,9	0,2+2,5=2,7
	25	721,7	0,2+1,6=1,8
	40	1154,7	0,231,0=1,2
$S_z = \sqrt{3} \cdot U_n \cdot I_z = \frac{U_n^2}{X_{m1}}$	$S_{ntr} = \sqrt{3} \cdot U_n \cdot I_{ntr}$	$I_{ntr} = \frac{S_{ntr}}{\sqrt{3} \cdot U_n}$	$I_{terh}^{max} = 1,25 \cdot I_{ntr}$

$$L|_{min} = f \left\{ U_{szám}|_{min}, I_{terhmax}|_{max}, \sum X_m|_{max} \right\}$$

$$L(500 \text{ MVA}, 16 \text{ MVA}, 0,9 \cdot U_f, \varepsilon = 0,15) = 20,6 \text{ km}$$

$$L(500 \text{ MVA}, 40 \text{ MVA}, 0,9 \cdot U_f, \varepsilon = 0,15) = 7,02 \text{ km}$$

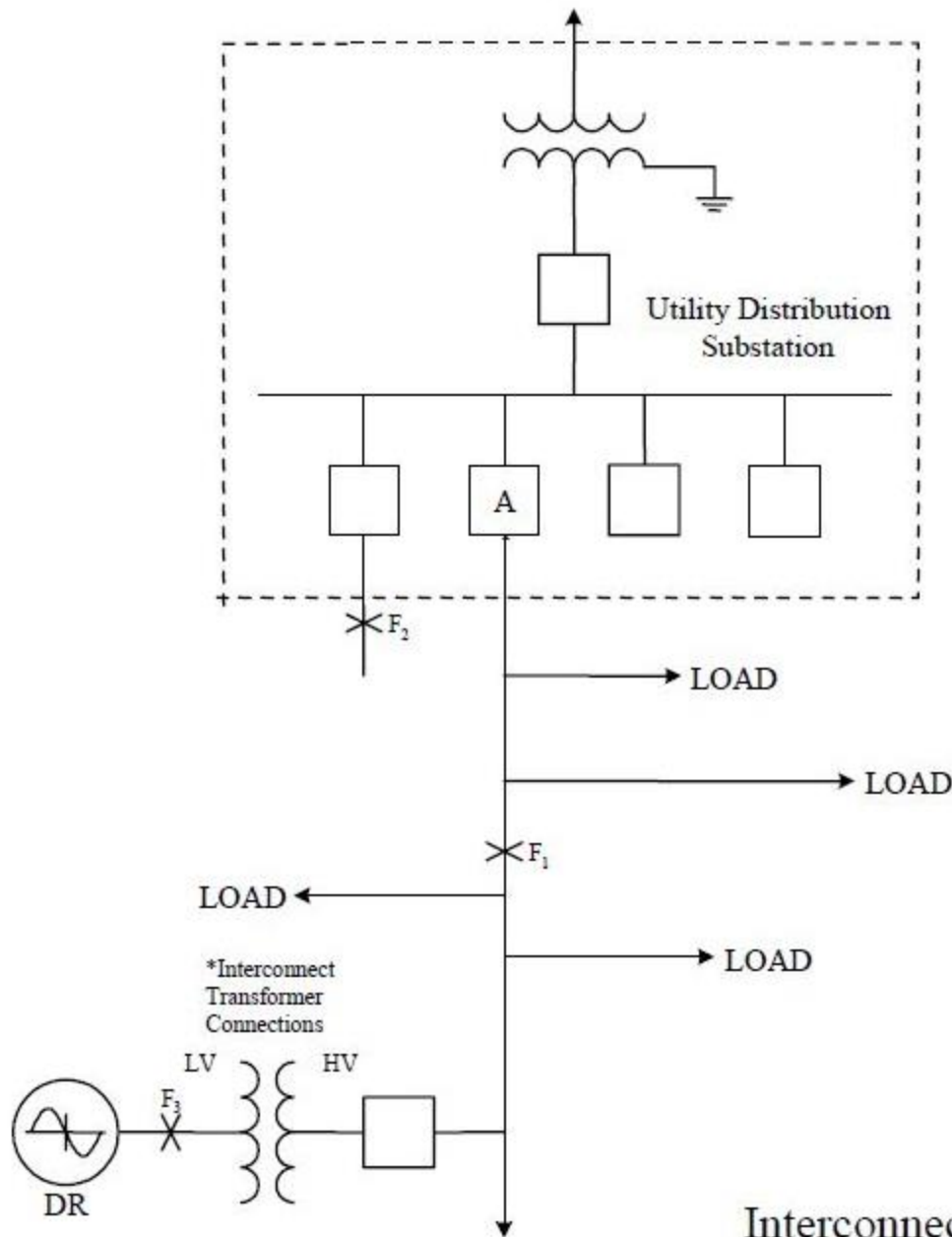
Elosztott erőművi termelés hatása az elosztóhálózati védelmi rendszerekre

Forráskiadvány:

***Impact of Distributed Resources on Distribution Relay Protection,
A report to the Line Protection Subcommittee of the Power System
Relay Committee of The IEEE Power Engineering
Society - prepared by working group D3. (August 2004)***

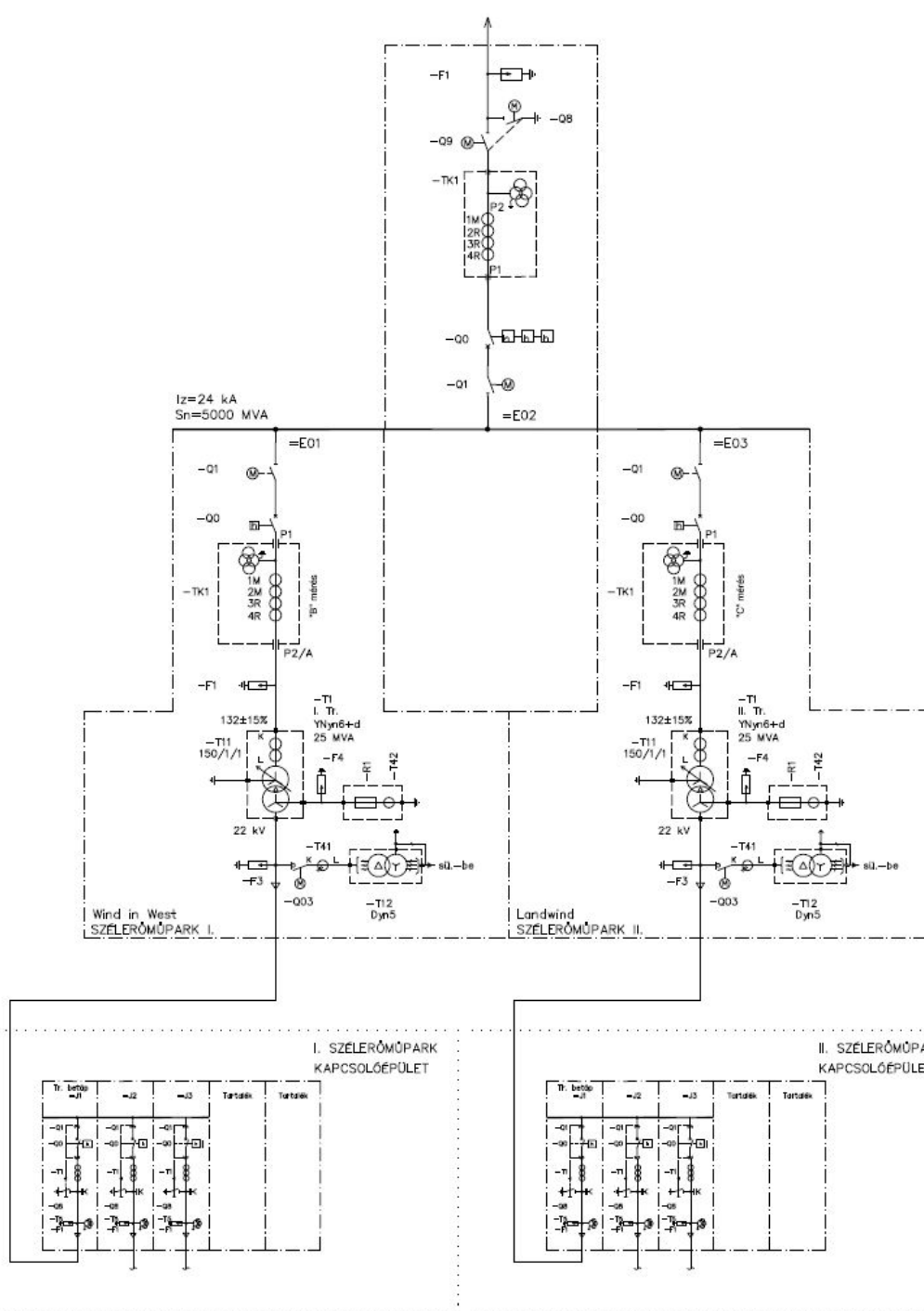
A vizsgálat alapvető okai:

- az elosztóhálózatok döntő többsége sugaras, egy oldalról táplált rendszerként üzemelt hagyományosan – terhelőáram irányváltása;
- csillagpontkezelési problémák – a generátor blokktrafó megjelenése miatt;
- alkalmazott védelmi rendszerben hiányzik az irányérzékelés – mögöttes zárlatok érzékelési problémák;
- életvédelmi problémák a visszatáplálás miatt;
- feszültségszabályozási problémák;
- szigetüzemi működés lehetősége – felelősség a többi fogyasztóért;
- visszakapcsolási rendszer érintettsége;
- megszakítóberagadási problémák;
- ferreorezonancia fellépése.



Low Voltage (LV)	High Voltage (HV)	Problems	Advantages
		Can supply the feeder circuit from an ungrounded source after substation breaker A trips causing overvoltage	Provide no ground fault backfeed for fault at F_1 & F_2 . No ground current from breaker A for a fault at F_3 .
		Provides an unwanted ground current for supply circuit faults at F_1 & F_2 .	No ground current from breaker A for faults at F_3 . No overvoltage for ground fault at F_1 .
		Allows source feeder relaying at A to respond to a secondary ground fault at F_3 .	No overvoltage for ground fault at F_1 if the gen. neutral is Y-connected with a low-impedance ground.

Interconnection Transformer Connections



Példa szélörőmű park
csatlakoztatására.

(Közvetlenül
a 120 kV/KÖF
alállomás KF-ű
gyűjtősinjére.)



VÉDELMEK ÉS AUTOMATIKÁK

(Transzformátor különbozeti védelmek)

Zerényi József
MAVIR ZRt. - RIG

Tel.: 06-20-929-4570, e-mail: zerenyi@mavir.hu

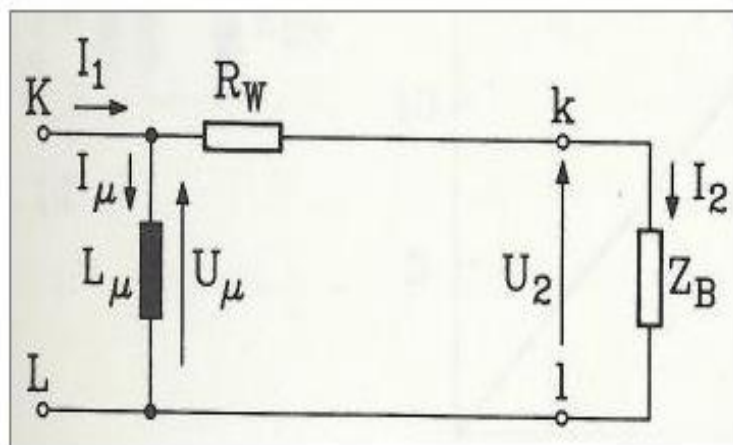


Konvencionális áramváltók



- Mérő- és elszámolási mérőmag: a névleges szekunderáram 1,2-szeresénél nagyobb áram nem folyhat a szekunder mérőkörökben és nagyobb pontossági igényeknek (abszolút érték és fázishelyzet) felel meg.
- Relémag: lineáris átvitel szükséges egy széles (túl)áram tartományban.
- Legfontosabb jellemzők:
Primer/szekunder névleges áram (I_{1N}/I_{2N}), pontossági osztály, névleges teljesítmény (S_N), névleges túláramszám (n_N).

Konvencionális áramváltók



Áramváltó egyszerűsített helyettesítő kapcsolása

I_1 - primer áram

R_W - szekunder tekercs ellenállása

I_2 - szekunder áram

L_μ - induktivitás

I_μ - mágnesező áram

Z_B - terhelés a hozzávezetésekkel

Teljes hiba:

$$F_g = \frac{1}{I_1} \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T (K_N i_2 - i_1)^2 dt} 100\%$$

i_1, i_2 = primer és szekunder áram pillanatértéke(A)

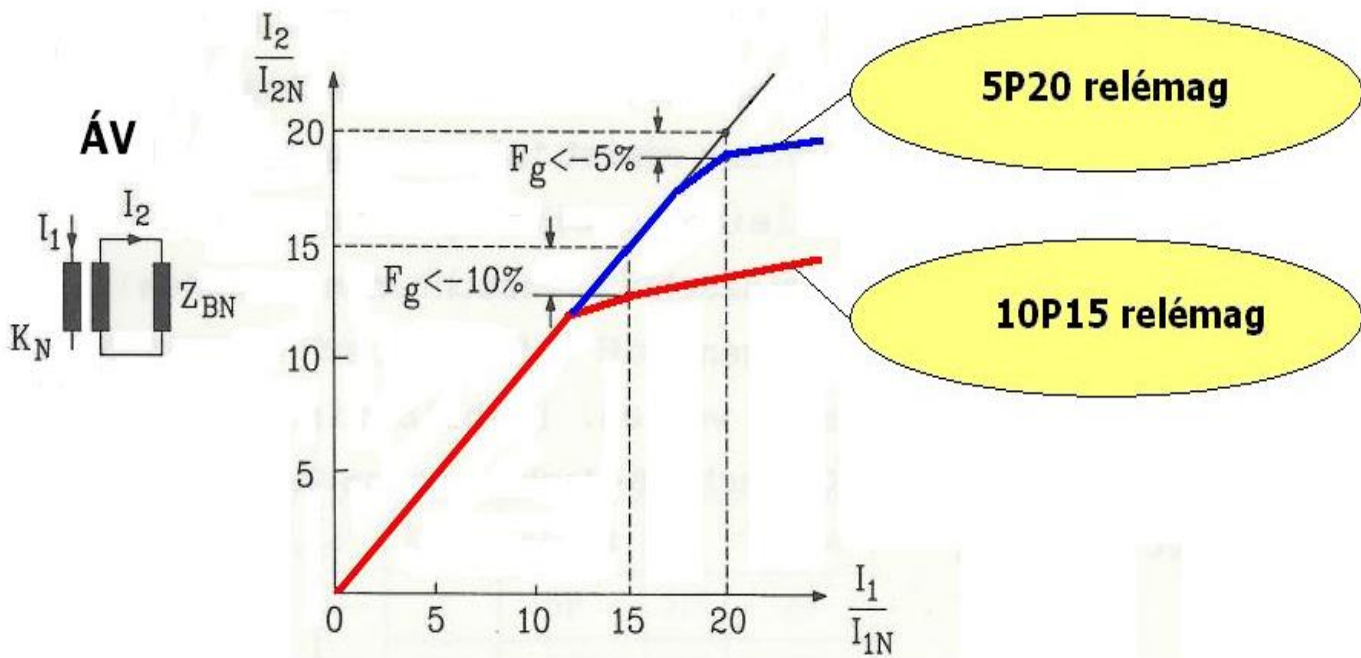
I_1 = primer áram effektív értéke (A)

T = alapharmonikus periódusideje (s)

K_N = az áramváltó névleges áttétele

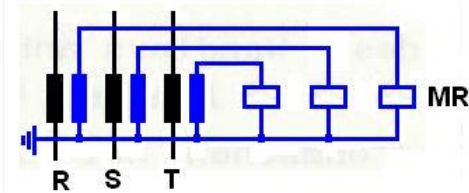
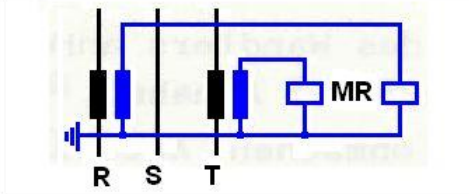
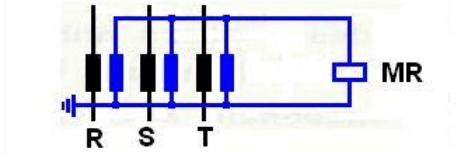
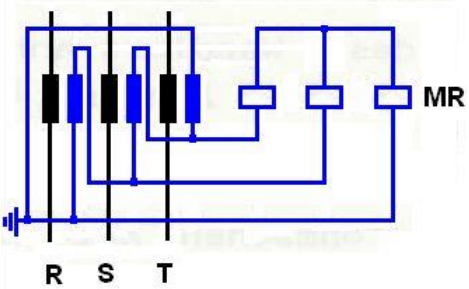
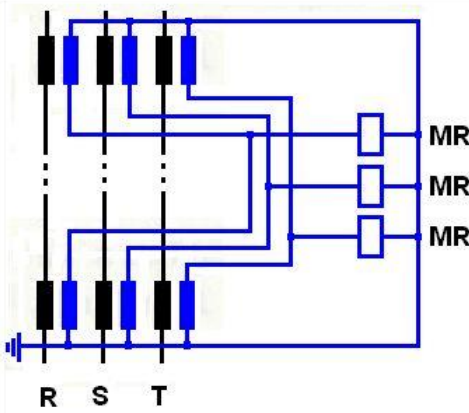
Konvencionális áramváltók

- Az S_N (VA) névleges teljesítmény a névleges áramnál és túláramszámnál értelmezendő. Nem szabad túllépni a szekunderkörü készülékterheléseket és a hozzávezetések terhelését is tekintve.
- Relémagnál a lehetséges S_N értékek: 10, 15, 30, 60 VA.



A túláramszám jelentése két különböző áramváltó magnál

Áramváltó bekötési példák

Ssz.	ÁV kapcsolás neve	Mért mennyiség	Kapcsolás
1	Csillag kapcsolás	Fázisáram I_R, I_S, I_T	 A three-phase star connection diagram. Three input lines labeled R, S, and T enter from the left. Each line has a switch. The lines are connected to a common neutral point. Three output lines, each with a switch, lead to three resistors labeled MR.
2	V- kapcsolás	Fázisáram I_R, I_T	 A V-connection diagram. Three input lines labeled R, S, and T enter from the left. Lines R and T are connected to two output resistors labeled MR. Line S is connected to the common neutral point.
3	Holmgreen kapcsolás	Zérussorrendű áram I_0	 A Holmgreen connection diagram. Three input lines labeled R, S, and T enter from the left. Each line has a switch. The lines are connected to a common neutral point. A single output line with a switch leads to a resistor labeled MR.
4	Delta - háromszög kapcsolás	Vonali áram I_{RS}, I_{ST}, I_{TR}	 A delta connection diagram. Three input lines labeled R, S, and T enter from the left. Each line has a switch. The lines are connected to a delta network of three resistors. Three output lines, each with a switch, lead to three resistors labeled MR.
5	Különbözeti kapcsolás	Differencia - áramok I_{Rd}, I_{Sd}, I_{Td}	 A differential connection diagram. Three input lines labeled R, S, and T enter from the left. Each line has a switch. The lines are connected to a differential network of three resistors. Three output lines, each with a switch, lead to three resistors labeled MR.

Konvencionális áramváltók

- A tényleges terhelés:

$$n_t = n_N \cdot \frac{S_N + S_E}{S_t + S_E}$$

ahol n_t = tényleges túláramszám

n_N = névleges túláramszám

S_N = névleges terhelhetőség (VA)

S_t = tényleges terhelés a

hozzávezetésekkel együtt (VA)

S_E = áramváltó mag saját fogyasztása (VA) (kb. $0,1 \cdot S_N$)

- Az áramváltó mag terhelésének csökkentésével a tényleges túláramszám növelhető – jobb átvitel érhető el.
- Kiválasztásnál érdemes egy K_S biztonsági faktort használni és ezzel biztosítani, hogy a nem kívánt telítés a működést zavarja, ezzel a megkövetelt túláramszám (n_g):

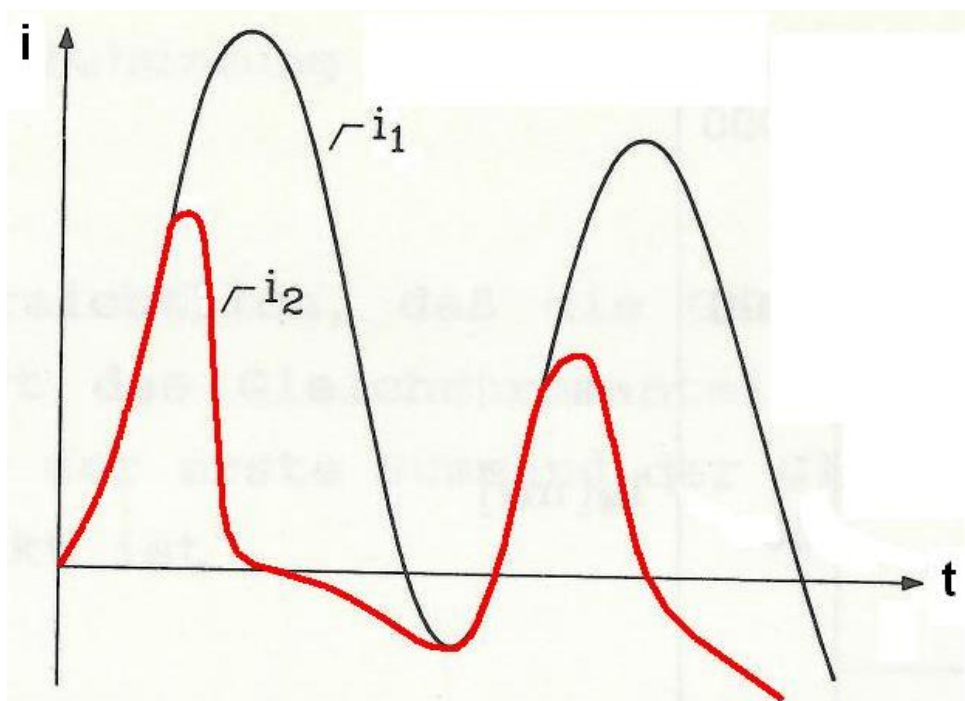
$$n_g = K_S \cdot \frac{I_{mük}}{I_{1N}}$$

$K_S = 1,2 - 2$, függ a védelmi kioldási időtől (kisebb szám a nagyobb - $t > 0,3$ s kioldási időkhöz),

$I_{mük}$ = védelemtől függő működési áram – pl. $I > t$ esetén a megszólalási áram.

Konvencionális áramváltók

Nagyobb idő késleltetés vagy extrém nagy zárlati áramok esetén a telítődés miatt nem szinuszos áramok folynak az áramváltó szekunder oldalán és ezzel a pontosság csökken és a hiba nő.



Telített áramváltó átvitele

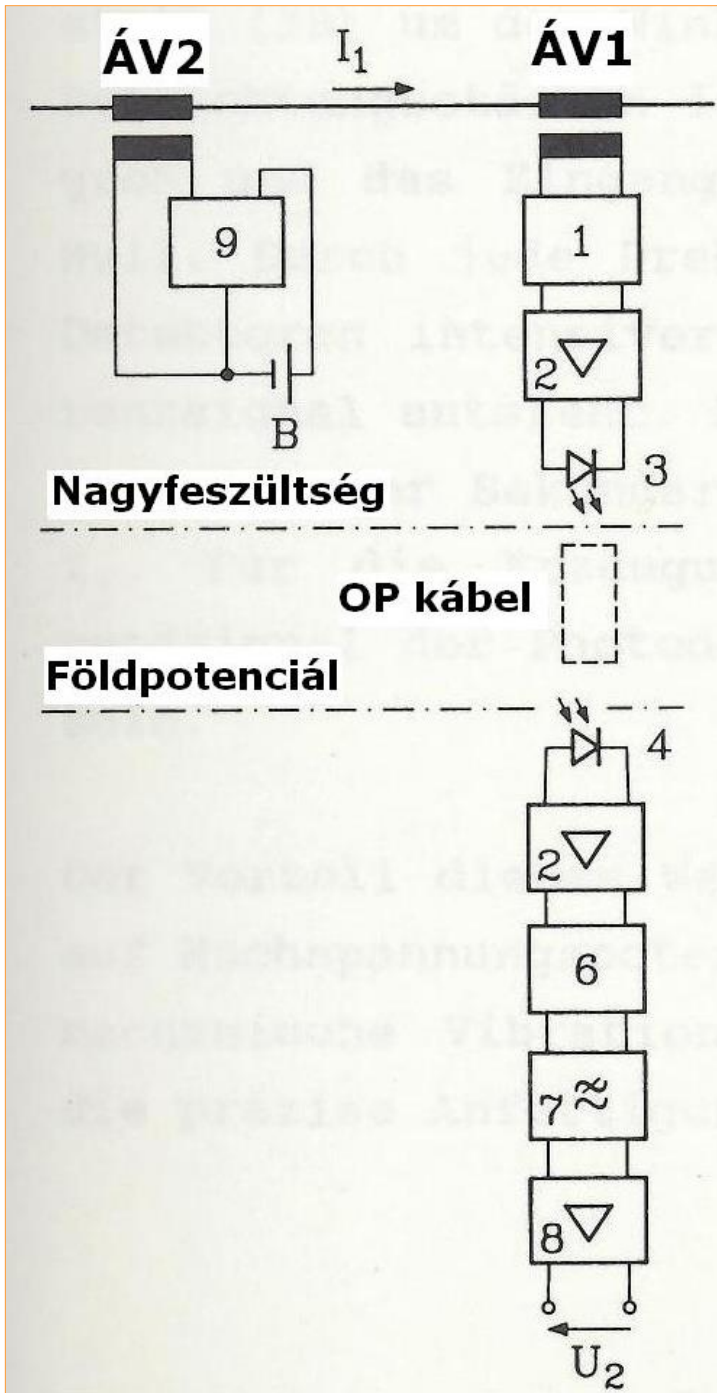
Speciálisan relévédelmi célokra kifejlesztett áramváltók (TP = Transient Performance, tranziens célú): **TPX** = zárt vasmagú, túlméretezett áramváltó (hátrány: nagy vaskeresztmetszet, magas ár, beépítési problémák).

Konvencionális áramváltók

Paraméterek és tulajdonságok		Áramváltó típusok		
		TPX	TPY	TPZ
Amplitúdóhiba I_N áramnál	F_i	$\pm 1\%$	$\pm 1\%$	$\pm 1\%$
Szöghiba	δ_i	$\pm 60'$	$\pm 60'$	$180' \pm 20'$
Remanencia faktor	K_r	$\approx 0,8$	$\approx 0,1$	≈ 0
Áramváltó időállandó	T_W	néhány s	$0,1 \div 1s$	$60 \pm 6ms$
Egyenáramú összetevő átvitele		pontos	meglehetősen pontos	rossz

TPX, TPY és TPZ típusú áramváltók jellemző adatai

Nem konvencionális áramváltók



ÁV1: kis hagyományos áramváltó

1.: Modulátor (árammal arányos feszültség jelet állít elő, majd impulzushossz vagy impulzusfrekvencia modulált jellé alakítja)

2.: Erősítő

3.: LED

4.: Optikai csatoló

6.: Demodulátor (szinuszos jellé alakítás)

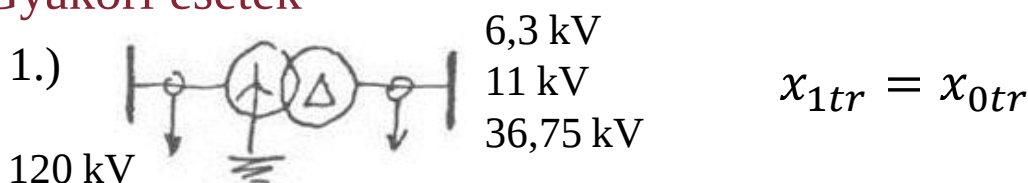
7.: Aluláteresztő szűrő

8.: Erősítő

9.: Nagyfeszültségű szinten lévő aktív elemek tápellátása

120 kV/KÖF transzformátorok ΔI védelme I.

Gyakori esetek



Yd11 Pl.: Algyő: 120/6,3 kV, 25 MVA, $\varepsilon = 9,6\%$

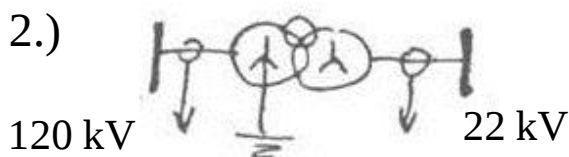
$$x_1 = x_0 = 55,3 \, \Omega$$

Almásfüzitő: 120/11 kV, 25 MVA, $\varepsilon = 8,7\%$

$$x_1 = x_0 = 50,11 \, \Omega$$

Lábatlan: 120/36,75 kV, 40 MVA, $\varepsilon = 11\%$

$$x_1 = x_0 = 39,6 \, \Omega$$



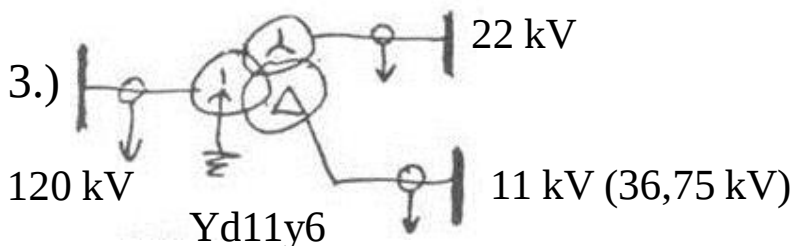
Yy6+d

$$x_{0tr} = 1,5 \cdot x_{1tr}$$

Pl.: Tapolca: 120/22 kV, 25 MVA, $\varepsilon = 10,3\%$

$$x_1 = 59,33 \, \Omega$$

$$x_0 = 88,99 \, \Omega$$



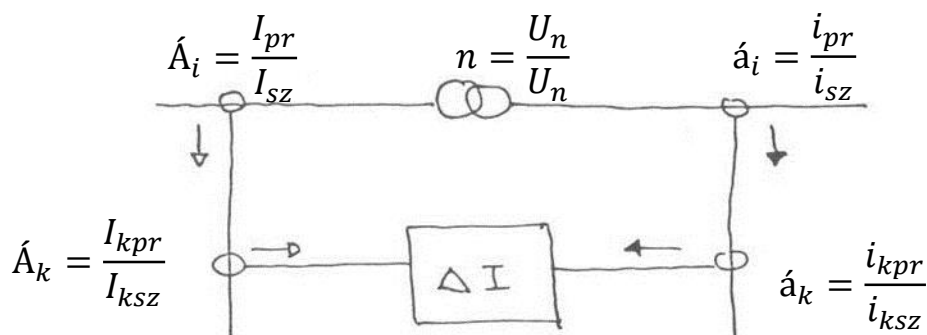
Yd11y6

Pl.: Nagykanizsa: 120/6,3/11 kV, 25/25/16 MVA,

$$\varepsilon = 9,95/14,00/3,75\%$$

$$x_1 = x_0 = 57,31 \, \Omega$$

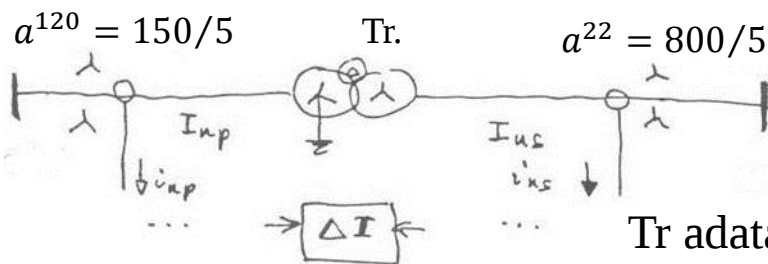
120 kV/KÖF transzformátorok ΔI védelme II.



A ΔI védelem eredő áttételének kiegyenlítése:

$$0,8 \leq \frac{U_n \cdot \hat{A}_i \cdot \hat{A}_k}{u_n \cdot \acute{a}_i \cdot \acute{a}_k} \leq 1,25$$

stabilizált ΔI védelem esetén.



Tr adatai: $S_{ntr} = 25 \text{ MVA}$, $120/22 \text{ kV}$

$$I_{np} = \frac{S_{ntr}}{\sqrt{3} \cdot U_{np}} = \frac{25 \text{ MVA}}{\sqrt{3} \cdot 120 \text{ kV}} = 120,3 \text{ A}$$

$$I_{ns} = \frac{S_{ntr}}{\sqrt{3} \cdot U_{ns}} = \frac{25 \text{ MVA}}{\sqrt{3} \cdot 22 \text{ kV}} = 656,1 \text{ A}$$

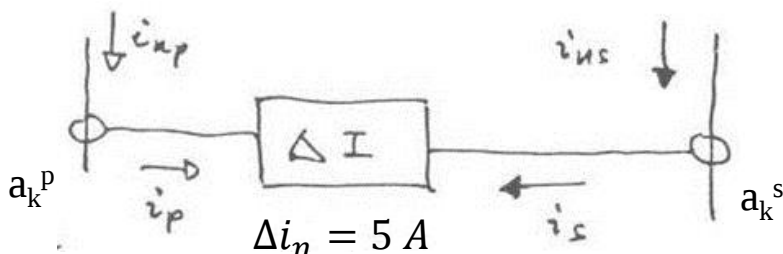
λ/λ áramváltó esetén: $i_{np} = \frac{I_{np}}{a^{120}} = \frac{120,3}{150/5} = 4,01 \text{ A}$

λ/λ áramváltó esetén: $i_{ns} = \frac{I_{ns}}{a^{22}} = \frac{656,1}{800/5} = 4,1 \text{ A}$

120 kV/KÖF transzformátorok ΔI védelme III.

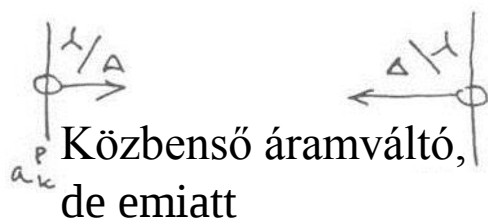
X

Kell-e közbenső áramváltó?

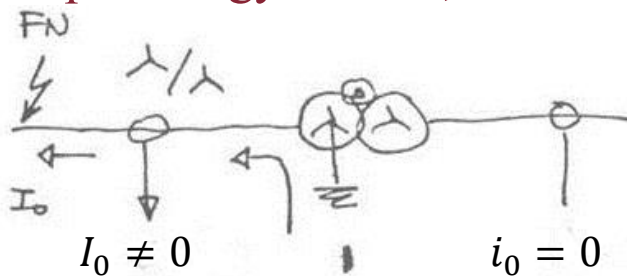


1.) Transzformátor kapcsolási csoport kiegyenlítése, illetve zérus sorrendű áramok

Primér oldalon az i_0 elnyomása miatt is kell közbenső áramváltó!



a_k^s is kell!



Bauch-paradoxon

2.) Kiegyenlítettség P/S transzformátoroldalak felől

$$0,8 \leq \frac{i_p}{i_s} \leq 1,25$$

3.) ΔI relénél illesztés

$$0,9 \leq \frac{i_p}{\Delta i_n} \leq 1,1; 0,9 \leq \frac{i_s}{\Delta i_n} \leq 1,1$$

$$\text{célszerű: } i_p \approx i_s \approx \Delta i_n$$

120 kV/KÖF transzformátorok ΔI védelme IV.

Jelen esetben: közbenső áramváltó kell!

1.) feltétel miatt P oldalon

2.) feltétel miatt mindkét oldalon, λ/Δ kapcsolásban.

$$\frac{i_p}{\Delta i_n} = \frac{4,01}{5} = 0,802 < 0,9$$

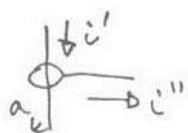
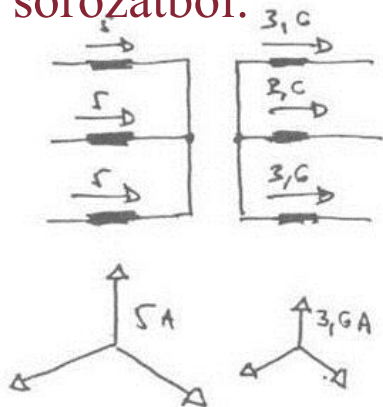
$$\frac{i_s}{\Delta i_n} = \frac{4,1}{5} = 0,82 < 0,9$$

IKZ 0,5 típusú közbenső áramváltó
sorozatból:

λ/λ

kapcsolásban

$$a_k \begin{cases} 5/3,6=1,39 \\ 5/3,3=1,52 \\ 5/2,9=1,72 \end{cases}$$



$$i'' = \frac{i'}{a_k}$$

λ/Δ kapcsolás esetén: $\frac{a_k}{\sqrt{3}}$ áttételű lesz, így $5 \rightarrow 3,6 A$ helyett

$5 \rightarrow \sqrt{3} \cdot 3,6 A$ áramot ad.

λ/Δ kapcsolás $\sqrt{3}$ -szoros áramnövekedést okoz!

120 kV/KÖF transzformátorok ΔI védelme V.

Az áttétel kiválasztása:

$$i_p = \frac{i_{np}}{\frac{a_k^p}{\sqrt{3}}}; i_s = \frac{i_{ns}}{\frac{a_k^s}{\sqrt{3}}}$$

legyen $i_p = i_s = \Delta i_n = 5 \text{ A}$, akkor

$$a_k^p = \frac{i_{np} \cdot \sqrt{3}}{\Delta i_n} = \frac{4,01 \cdot \sqrt{3}}{5} = 1,39$$

$$a_k^s = \frac{i_{ns} \cdot \sqrt{3}}{\Delta i_n} = \frac{4,1 \cdot \sqrt{3}}{5} = 1,42$$

IKZ 0,5 típusú közbenső áramváltó nyíllal jelölt sorozatából:

$$a_k^p = 5/3,6, a_k^s = 5/3,6 (=1,39)$$

Típusmegjelölés: IKZ 0,5, Kenn-Nr.: 315 013

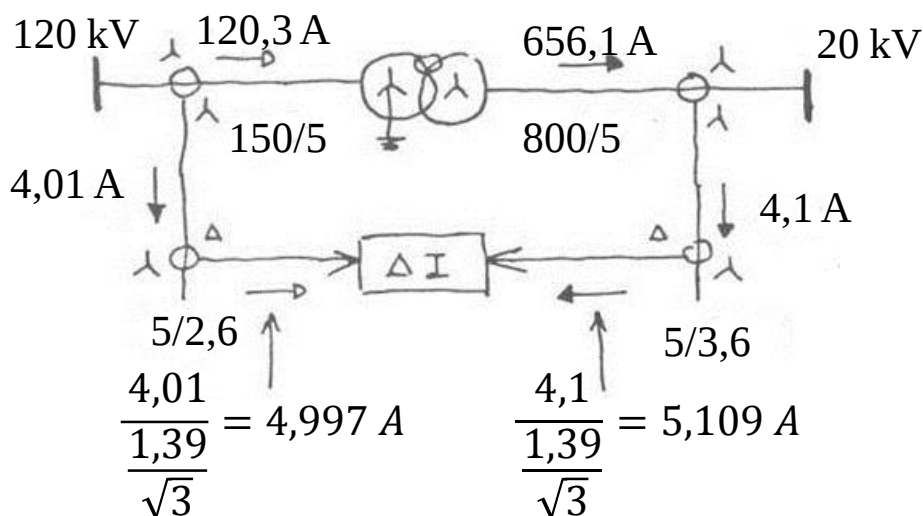
$$S_n = 15 \text{ VA}, n=8$$

$$5/3,6; 3,3; 2,9$$

Ellenőrzés:

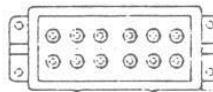
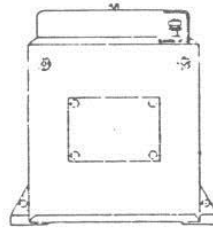
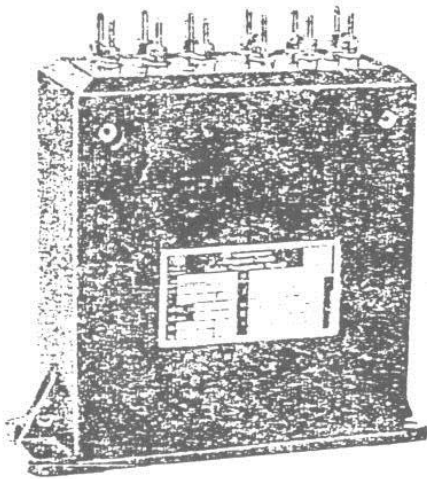
$$\frac{4,997}{5} = 0,99$$

$$\frac{5,109}{5} = 1,02 (!)$$



IKZ 0,5 típusú közbenső áramváltók

Zwischenstromwandler für Anpassungszwecke,
als Spannungreduktor,
für Ausgleichszwecke im Differentialschutz und zur Summenstrommessung
Reihe 0,5



Masse ca. 2 kg

Die *Eigenleistung* muß bei Zwischenstromwandlern vom vorgeschalteten Hauptwandler mit aufgebracht werden. Sind mehrere Hauptwandler an der Einspeisung beteiligt (Summenstromwandler), so wird die *Eigenleistung* anteilig – im Verhältnis der Primärnennströme der Hauptwandler – von diesen übernommen.

Ausgleichswandler für Differentialschutz können in beiden Energierichtungen betrieben werden und halten dabei die angegebene Klassengenauigkeit ein. Sie sind kurzzeitig (2 Stunden) belastbar mit 140% des Nennstromes bei den normalen Umgebungstemperaturen bis +30 °C.

Der *Summenstromwandler* dient zur geometrischen Addition von Strömen mehrerer vorgeschalteter Hauptwandler. Er hat mehrere Primärkreise und einen Sekundärkreis auf gemeinsamem Eisenkern. Dabei verhalten sich die Ampere –

Windungszahlen der Primärkreise wie die Primärnennströme der Hauptwandler.

Wird in einer bestehenden Anordnung von Hauptwandlern mit dazugehörigem Summenstromwandler z. B. ein Hauptwandler gegen einen mit anderen Nennströmen ausgetauscht, so muß gleichzeitig der Summenstromwandler mit ersetzt werden.

Die in der Tabelle angegebenen Varianten der Summenstromwandler können überall dort eingesetzt werden, wo die einspeisenden Hauptwandler untereinander gleiche Primärnennstromstärken haben.

Sind unterschiedliche Primärnennströme der Hauptwandler vorhanden oder sind für den Summenstromwandler Nennstromstärken von 1 A erforderlich, so ist dies in der Bestellung ausführlich mit anzugeben.

IKZ 0,5 típusú áramváltók

	Osztály	Túláramszám	Névleges áttétel	Önfogyasztás	Rendelési szám	
	S_n VA	Kl.	n	Nennübersetzung $I_n A$	Eigenleistung ca. VA	T_{90} Kont. Nr.
Wickelstromwandler für Anpassungszwecke	10 [10]	0,5 [3g]	< 10	5 [1] / 1 [5]	4...5	315 001
	39	10 Pg	5	5/1	6...8	315 002
		3g	≈ 8 1)		8...10	315 003
Wickelstromwandler als Spannungsreduktor für Generatorschutz	15	3g	< 10	8/0,15	4...5	315 004
 Wickelstromwandler als Ausgleichswandler für Differentialschutz	15	10 Pg	8	5/5; 2,5		315 011
			8	5/4,5; 4,2; 3,9		315 012
			8	5/3,6; 3,3; 2,9		315 013
			8	5/2,7; 2,5; 2,3		315 014
			8	5/1,6; 1,4; 1,2	6...8	315 015
			8	5/1; 0,8; 0,5	IKZ 0,5	315 016
			8	1/4; 3,6; 3,3		315 017
			8	1/0,3; 0,7; 0,58		315 018
			8	1/2,9; 2,5; 2,2		315 019
Wickelstromwandler zur Summenstrommessung	10	0,2g	< 10	5+5/5		315 031
			< 10	5+5-5/5		315 032
			< 10	5+5+5+5/5		315 033
			< 10	5+5+5-5+5/5		315 034
		0,5g	< 10	5+5/5	4...5	315 041
			< 10	5+5+5/5		315 042
			< 10	5+5+5-5/5		315 043
			< 10	5+5-5-5-5/5		315 044

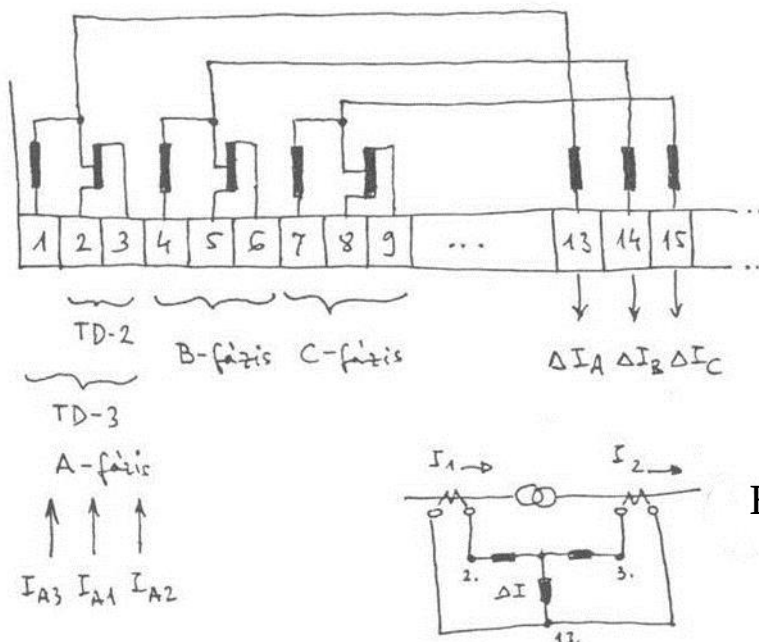
¹⁾ Als Sonderausführung für den Spannungs-differentialschutz mit Relais ROU 2

Bei der Hintereinanderschaltung eines Hauptwandlers mit einem Zwischenwandler ist zu beachten: Hauptwandler mit I_{nH} von 60 I_{nN} bis 100 I_{nN} sind mindestens mit dem 0,25fachen und bei I_{nH} größer 100 I_{nN} mindestens mit dem 0,5fachen Wert der Nennbürde zu belasten.

Zulassungsbereichung: 

Für Klimabeanspruchung lieferbar

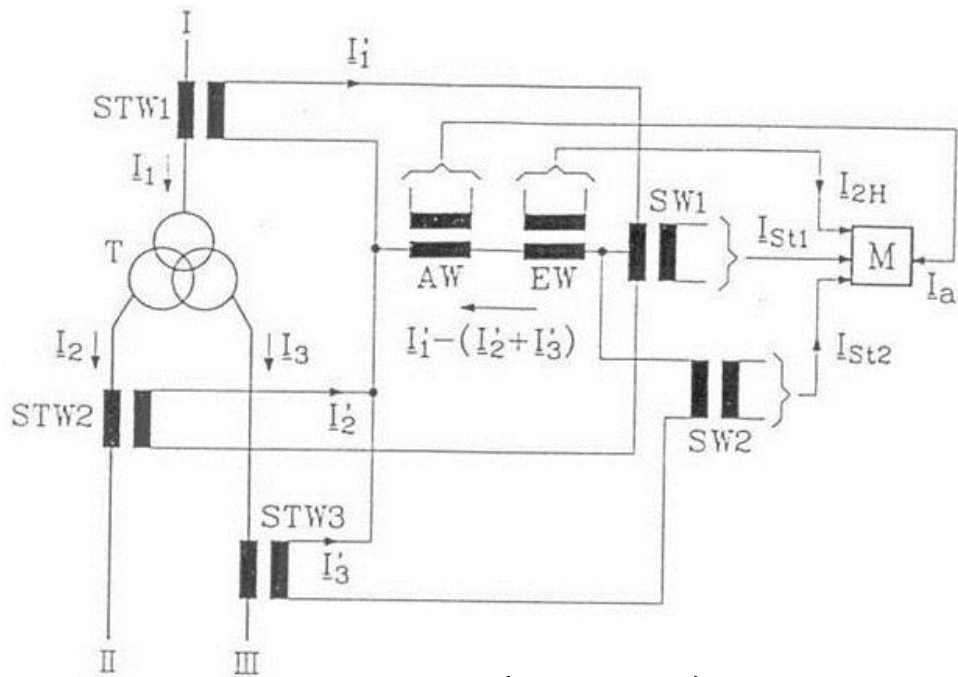
Pl. TD-2, ill.
TD-3 típusú transzformátor
differenciál relé (VEIKI).



Elvi rajz az A-fázisra.

Háromtekercselű transzformátorok

X



$$I_a = I_1' - (I_2' + I_3')$$

$$I_{st1} = I_1' + I_2'$$

$$I_{st2} = I_3'$$

$$I_{st} = (|I_1'| + |I_2'| + |I_3'|)k_{st}$$

$$k_{st} \leq 0,5$$

$$|I_{st}| > |I_a|$$

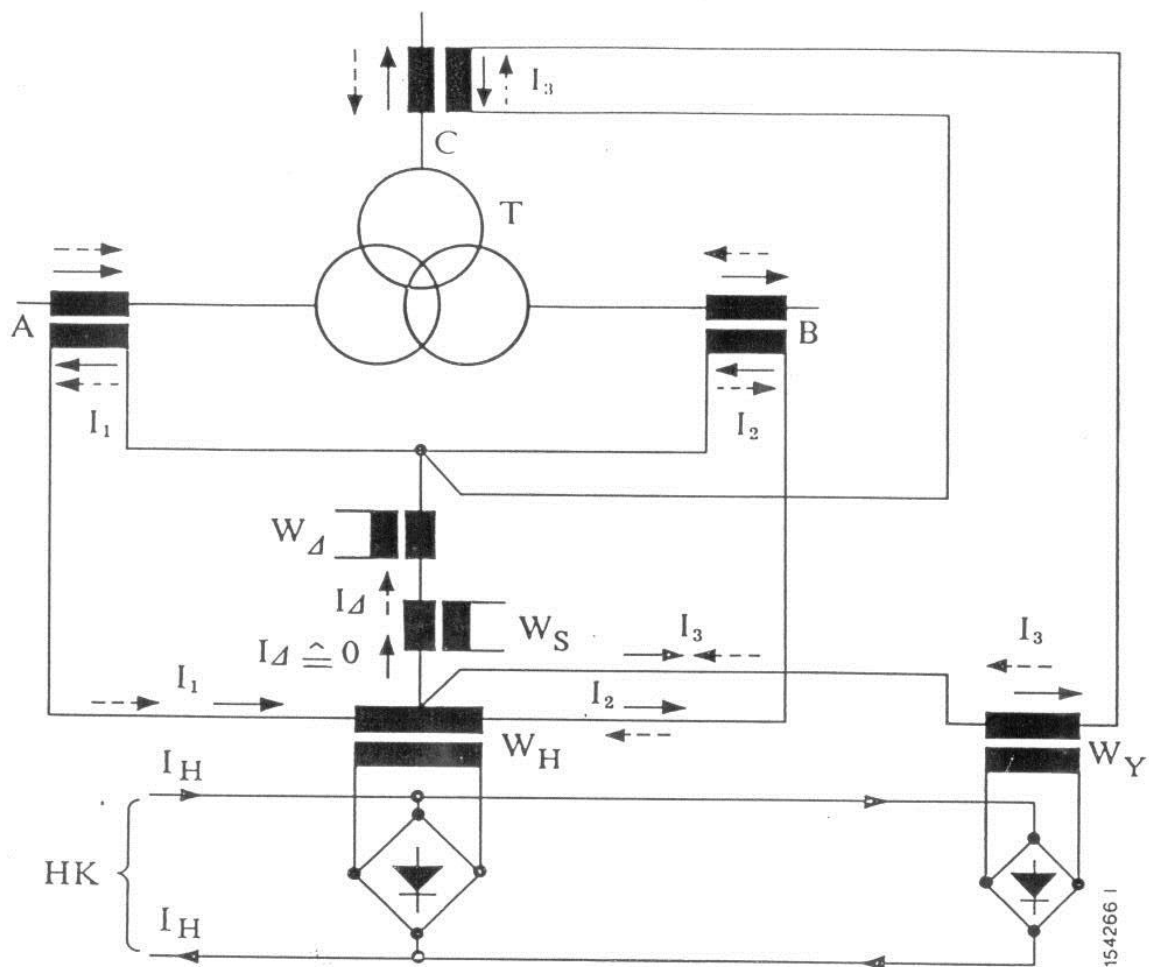


Bild 2 – Messprinzip des Differentialschutzes eines Dreiwicklungstransformators

- T = Geschützter Transformator
- A, B, C = Hauptstromwandler
- W_H = Haltestromwandler
- W_Y = Zusätzlicher Haltestromwandler
- W_S = Sperrwandler für Einschaltstabilisierkreis
- W_Δ = Auslösestromwandler
- $\longrightarrow I_1, I_2, I_3$ = Ströme beim normalen Betrieb
- $\dashrightarrow I_1, I_2, I_3$ = Ströme bei einem Fehler innerhalb des Schutzgebietes
- I_Δ = Differenzstrom
- I_H = Haltestrom
- HK = Haltekreis

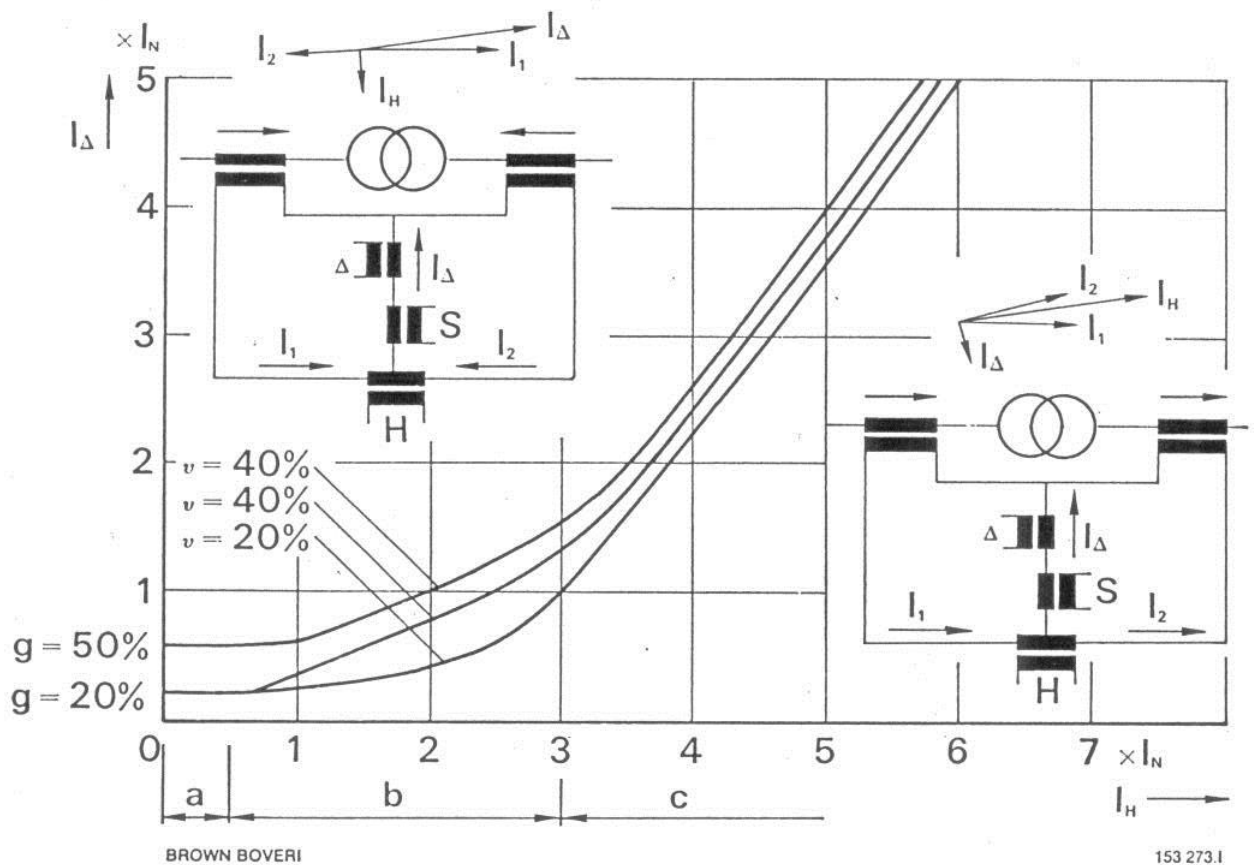


Bild 2
Ansprechcharakteristik

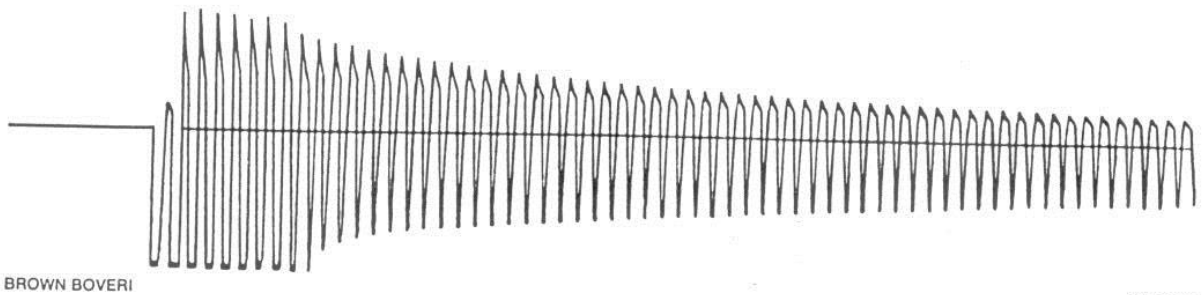
- I_N Relaisnennstrom in A
- I_H Haltestrom
- I_{Δ} Differenzstrom
- g Grundeinstellung
- v Ansprechverhältnis
- Δ Differenzkreis (Auslösekreis)
- H Haltekreis
- S Sperrkreis

Prinzipschaltbild des dreiphasigen Differentialrelais Typ D2..se

- R₁, R₂ Eingangsklemmen der Phase R

N Nullpunkt des Wandlersatzes

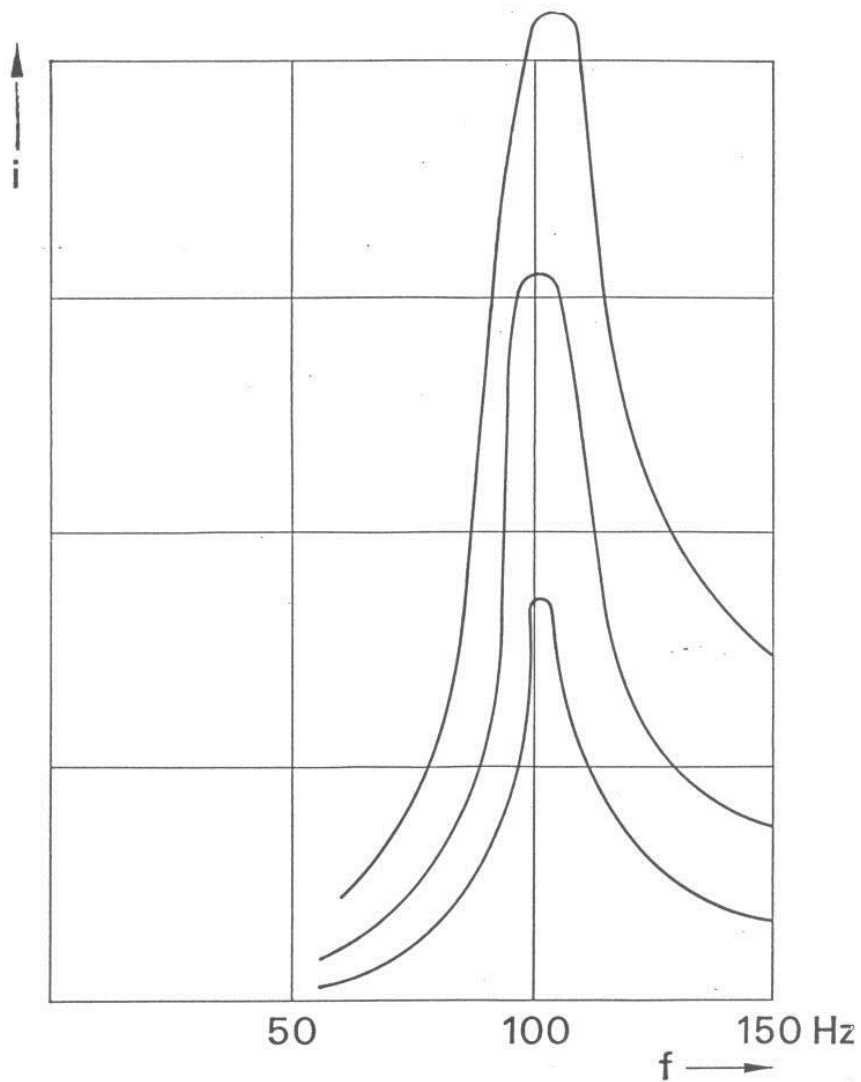




153 276.1

Bild 5

Oszillogramm eines Einschaltstromstosses eines Transformators



BROWN BOVERI

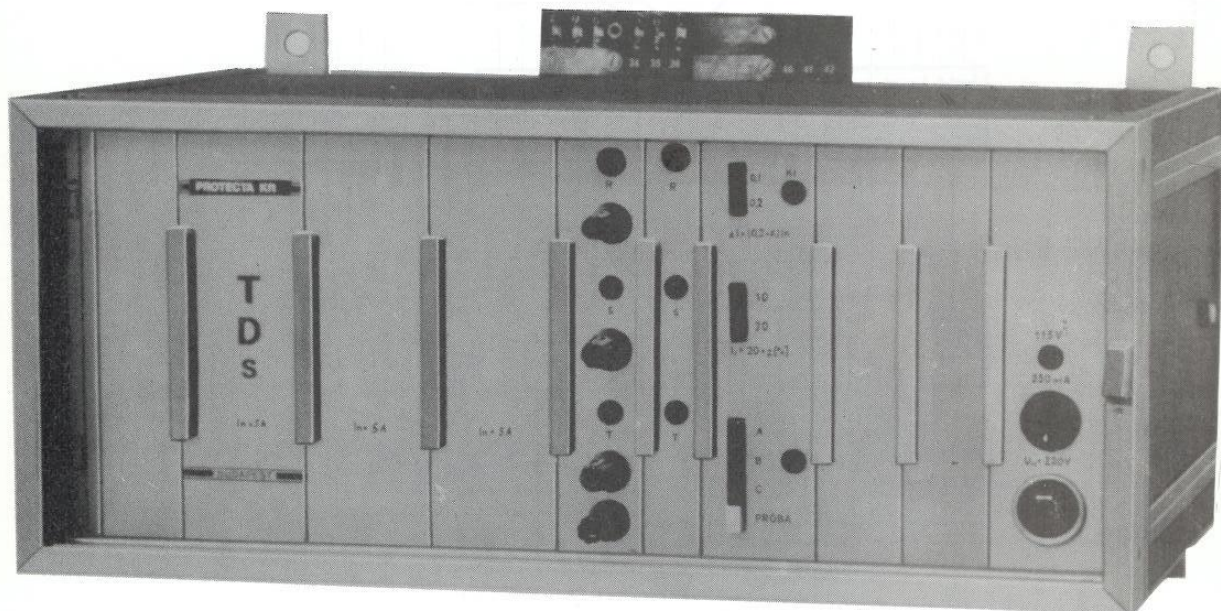
153 277.1

Bild 6

Frequenzgangkurven des Grenzfrequenzfilters

TDS

DIFFERENCIÁLVEDELEM



ALKALMAZÁSI TERÜLET

A TDS jelű háromfázisú differenciálvédelem nagyteljesítményű generátorok és transzformátorok szelektív, pillanatműködésű rövidzárlatvédelmére használható akár két, akár három áramváltócsoport-lezárással.

FŐBB JELLEMZŐK

- Fázisonkénti mérőelem
- Optimális fázisáram-fékezés a legnagyobb befelé és a legnagyobb kifelé folyó áram összegével
- Belső zárlatnál csökkentett fékezés, növelt érzékenység
- Háromtöréspontú karakterisztika
- Érzéketlenség a transzformátor bekapcsolási áramlökésre

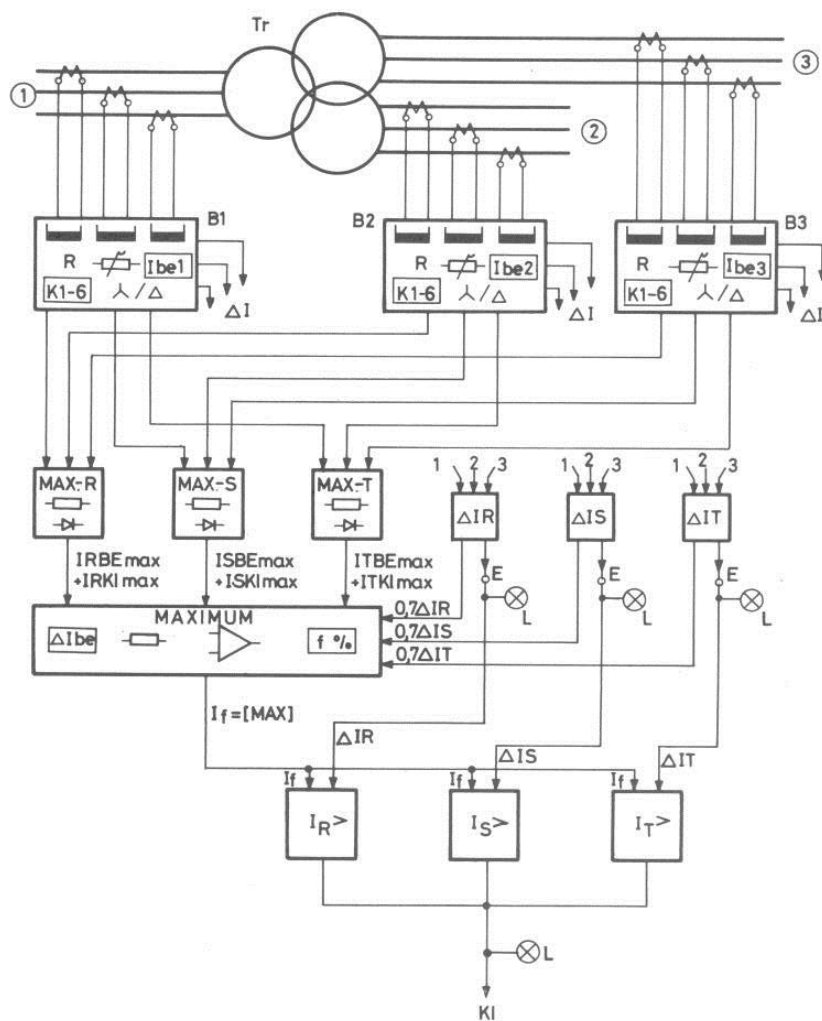
- Nem igényel külső közbelső áramváltókat, a védelmen belül valósítható meg afázisforgatás (csillag, delta) és az áttétel-kiegyenlítés
- Előlapon kivezetett mérési hely a kiegyenlítettség ellenőrzésére
- Differenciaáram megjelenésére fázisonként LED jelzés
- Próbagomb a védelem üzemi közbeni kipróbálására
- Folyamatos üzemkésztség-ellenőrzés

FELÉPÍTÉS

- Dobozba épített dugaszolható modul rendszer
- Integrált áramkörökből felépített elektronika

MŰKÖDÉSI ELV

A differenciálvédelem blokkismája az 1. ábrán látható, példaként egy háromtekercslésű transzformátor védelmére alkalmazva.



1. ábra
Általános blokkvéma

Az 1, 2 és 3 transzformátor-kivezetések (lábak) lezáró áramváltóinak szekunder tekercsei a B1, B2 és B3 bemeneti egységeken keresztül csatlakoznak a védelem belső köreihez. A bemeneti egységek áramváltói utáni R ellenállások a K1...6 kapcsolók segítségével állíthatók be a transzformátor névleges áramára (I_{be1} , I_{be2} és I_{be3}), azaz az áttételek kiegyenlítésére. Nyomatott áramköri lapon forrasztással köthetők az áramok csillag vagy delta kapcsolásba, mindegyik bemenetnél, a transzformátor kapcsolási csoportja szerint. Így teljesen és véglegesen kiküszöbölhetők a műszakilag és gazdaságilag egyaránt kedvezőtlen külső közbenső áramváltók.

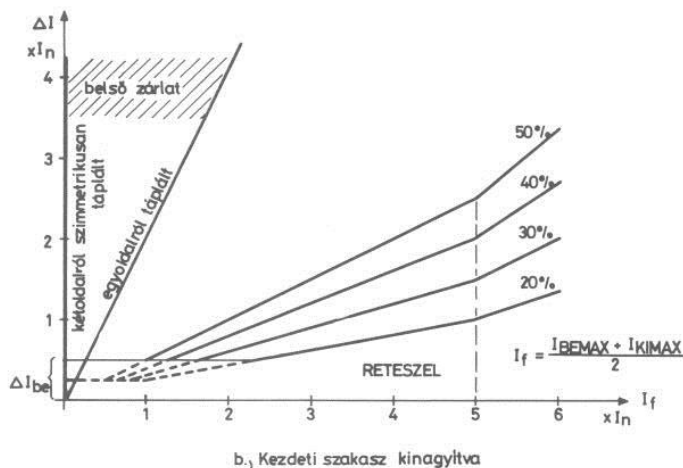
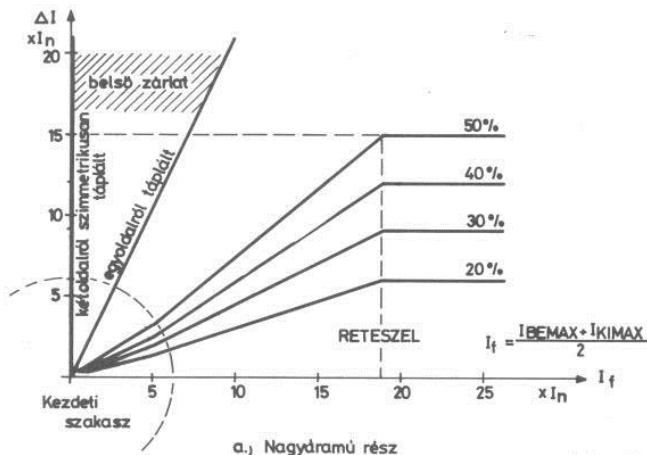
A ΔI_R , ΔI_S és ΔI_T egységekben a már összeforgatott,

fázisban lévő és kiegyenlített áramokat különbségi kapcsolásba kötik, majd innen táplálják a fékezett túláramreléket és a fékezőáramot előállító maximumképzőt ($0,7x$).

A bemeneti egységek összeforgatott és kiegyenlített áramaiból a MAX-R, S, és T egységekben a fékezés céljára két áram összegét képezik fázisonként, mégpedig az 1, 2 és 3 transzformátorkapcsolásnál fellépő legnagyobb befolyó és legnagyobb kifolyó áram összegét. Ez külső zárlatnál a zárlatos leágazás áramának és a másik kettő közül a nagyobb zárlati betáplálást adóának az összege, míg belső zárlatnál csak egy, a legnagyobb zárlati betáplálást adó áram. Így belső zárlatnál a fékezés csökken, az érzékenység nő.

A MAXIMUM kiválasztó az említett bejövő hat mennyiség valamint az egységben előállított ΔI_{be} alapérzékenység közül a legnagyobbat választja ki és fékező áramként kapcsolja a fékezett túláramrelékre.

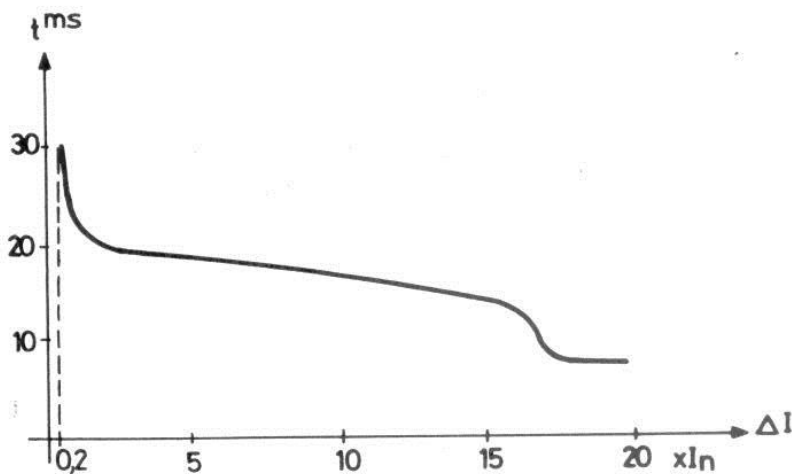
A fékezett túláramrelék a kioldó és a fékező jelek hatására a 2. ábra karakterisztikája szerint működnek. A karakterisztika változó fékezőjelét valamint a fékezés változtatható százalékos dőlésszögét (%) a MAXIMUM kiválasztó egység állítja elő.



2. ábra
Kioldási karakterisztika

A karakterisztika első, vízszintes szakaszát a ΔI_{be} beállítható alapérzékenység szabja meg. A következő, enyhe emelkedésű szakasz az áramváltók ki nem egyenlített áttételkülönbségét illetve a transzformátor eltérő szabályozóállását kompenzálja. A meredek szakasz az áramváltók esetleges statikus vagy tranziens telítését ellensúlyozza, míg a vízszintes szakasz, amely a várható maximális külső zárlati áram feletti rész, a félvezetők védelmét célozza.

A fékezett túláramrelék olyan kialakításúak, hogy a differenciaáram kb. $7x I_n$ értékéig érzékenyen a bekapcsolási áramlökésre jellemző féloldalas áramalakra, így elkerülik a felesleges kioldást. A nagyobb áramtartományban belső zárlatra áramváltó telítés miatt előállhat hasonló áramalak, ezért a reteszelés ekkor bennul, és így a kioldás belső zárlatra létrejön.



3. ábra
Kioldási önideő

A 3. ábrán látható a védelem kioldási önidejének függése a differenciááram nagyságától. A jellemző működési idő kisebb 20 ms-nál.

Az üzembehelyezés és a későbbi hibavizsgálat megkönnyítésére az előlapra mindhárom fázisban mérési pont van kivezetve, ahol a differenciáárammal arányos feszültséget ($0,5V \cdot I_{be}$) lehet mérni. Az üzembiztonságot célozza az előlapon elhelyezett három LED, amelyek fázisonként jeleznek, ha differenciááram jelent meg.

A készülék üzemkésziségének gyors ellenőrzésére próbagombok szolgálnak, amelyekkel fázisonkénti zárlatszimulálás állítható elő.

MŰSZAKI ADATOK

Névleges áram, I_n	1 A vagy 5 A
Névleges frekvencia	50 Hz vagy 60 Hz
Terhelhetőség, termikus, 1 s tartós	$100 \cdot I_n$ $1,5 \cdot I_n$
Terhelhetőség, dinamikus	$100 \cdot I_n$
Kioldási önideő, tipikus	kisebb, mint 20 ms
Transzformátor névleges áramok beállíthatósága	$I_{be} = (0,2 \dots 2,74) \cdot x I_n$ 0,02-es lépcsőkkel
Transzf. kapcsolási csoport beállíthatósága	minden lehetséges kapcsolás és szögforgatás (óra)
Alapérzékenység beállíthatósága, ΔI_{be}	$(0,2 \dots 0,5) \cdot x I_{be}$ 0,1-es lépcsőkkel
Fékezési meredekség beállíthatósága, %	20...30...40...50%
Bekapcsolási biztonság	$7 \cdot x I_{be}$ -ig
Teljesítményfelvétel, áramváltókörben	1 W/fázis
egyenáramú körben	6 W
u.a., de működéskor	13 W
Kimenő érintkezők száma, választhatóan	6,12 vagy 18 záró ebből
mindhárom variációnál egy db üzemkésziségellenőrző hibajelző	
Működtető egyenfeszültség (+10%, -20%)	220 V és 110 V
Üzemi hőmérséklet	0...50°C
Szigetelési szilárdság (IEC 255)	2 kV, 50 Hz 5 kV, 1,2/50 μs
Zavarvédelem (IEC 255)	2,5kV, 1MHz

MÉRET

Dobozba szerelt, kiálló szerelésű, mellő csatlakozással

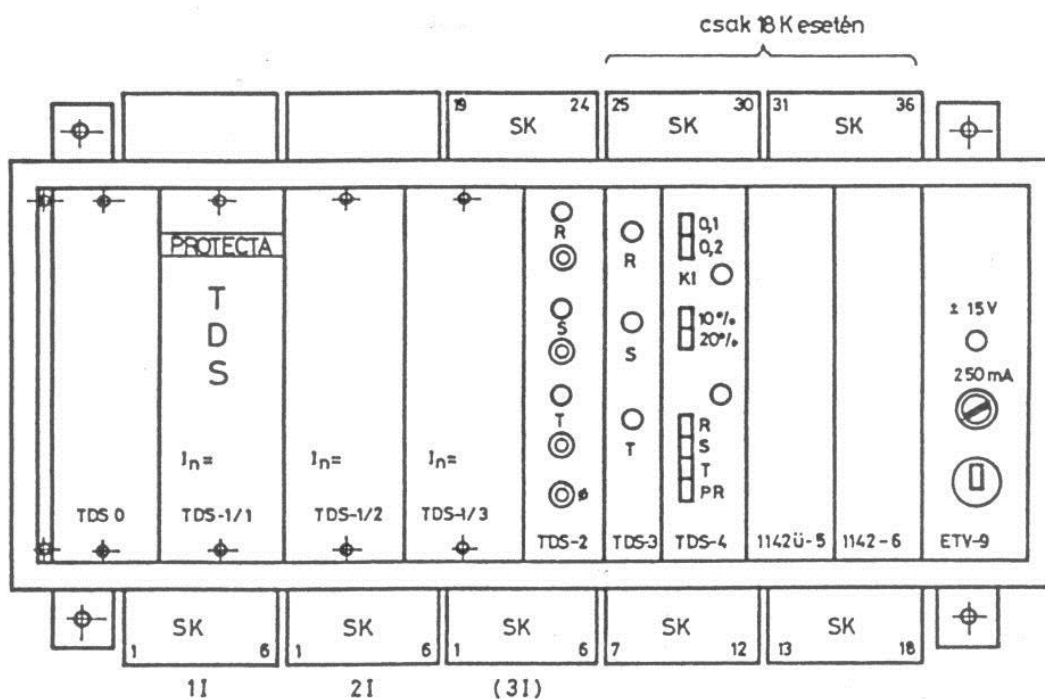
A MEGRENDELÉSHEZ SZÜKSÉGES ADATOK

- A védelem típusa [TDS-2,3 kívánságra 5-ig, kivezetésszámnak (lábaknak) megfelelően]
- Névleges áramerősség [1 A; 5A kivezetésenként]
- Névleges frekvencia [50 Hz; 60 Hz]
- Kimenő érintkezők száma [6 db; 12 db; 18db]
- Működtető egyenfeszültség értéke

A megrendelést a PROTECTA Elektronikai kft-nek kell feladni.

PROTECTA Elektronikai kft
1158 BUDAPEST
CSERVENKA MIKLÓS ÚT 99-101.
TELEFON: 252-8999, TELEX:225710,
FAX: 163-3065

TDS-2 es TDS-3 védelmek



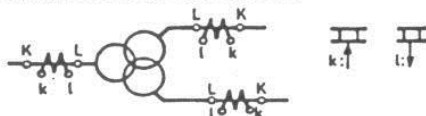
Megjegyzés:

- ✖ In értéke áramváltócsoportonként más és más lehet, szokásos értéke 1A vagy 5A, de megrendeléskor más is kérhető.
- ✖ TDS-2 esetén a TDS-1/3 modul elmarad, helyette vaklap, elmaradnak a (31) sorozatkapcsok is.
- ✖ 6K esetén 1142-6 modul elmarad, helyette vaklap, elmaradnak a 13.-18. és 25.-36. sorozatkapcsok is.
- 12K esetén csak a 25.-36. sorozatkapcsok maradnak el.
- 18K esetén a 40 mm széles TDS0 lap csak 10 mm-es, az összes modul ETV-9 kivételével balra tolódik, és a rajz szerinti 1142-6 és ETV-9 modul közé egy másik, 1142-7 modul iktatódik be.
Kivezetése az 1. ábra szerint a 25.-36. sorozatkapocsra.
- ✖ A készülék előlapjának bal szélén található 5 mm-es vaklap csak a KONTASET 35-ös doboz esetén (ha eleve TDS-3-at rendelnek, TDS-2 KONTASET 30-as dobozba van építve.)
- ✚ Rögzítő csavarok (árambemeneti moduloknál véletlen kihúzás ellen)

KAPCSOLÁSI JEL	VEKTOR ÁBRA	FORGATÁS SZÖGE α	ELSŐ LEZÁRÓ ÁRAMVÁLTÓ-CSOPORT (U ₁)	MÁSODIK LEZÁRÓ ÁRAMVÁLTÓ-CSOPORT (U ₂)
Dd 0		0°		
Yy 0		0°		
Dy 1		30°		
Yd 1		30°		
Dy 5		150°		
Yd 5		150°		
Dd 6		180°		
Yy 6		180°		
Dy 7		210° (-150°)		
Yd 7		210° (-150°)		
Dy 11		330° (-30°)		
Yd 11		330° (-30°)		

FORGATÁS ÉRTELMEZÉSE: $U_2 = U_1 e^{j\alpha}$

ÁRAMVÁLTÓ POLARITÁS ÉRTELMEZÉSE:



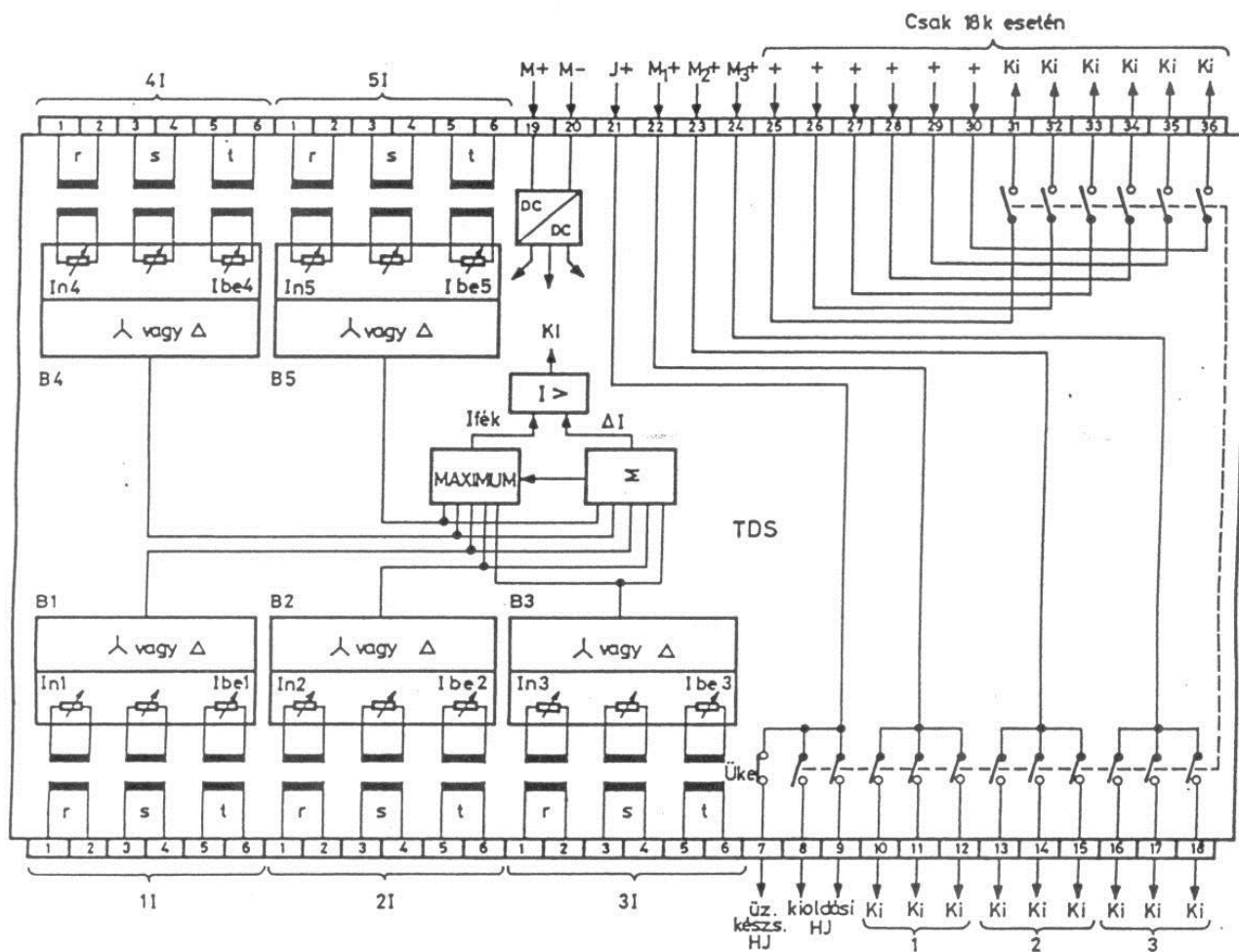
Megjegyzés: azon az oldalon (látnál), ahol a transzformátor kivezetett csillagpontja közvetlenül vagy impedancián át földelt, a védelmen belül delta kötést kell alkalmazni.

VÉDELME BELSŐ ÁRAMKÖRI KAPCSOLÁSA

Kapocssor feletti $\wedge$ illetve Δ jel szerint (lásd a 3.41.b. pontot)

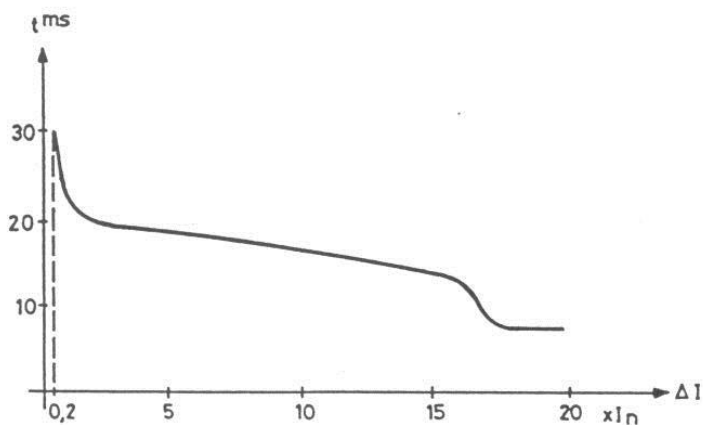
2. ábra

Áramváltó kapocssorok betöltése, valamint a belső csillag vagy delta kapcsolás a védett objektum kapcsolási csoportja szerint



1. ábra

TDS differenciálvédelem külső bekötési rajza



17. ábra

Kioldási idő

Megjegyzés

- ✱ Az ábra a teljes kiépítésnek, azaz TDS-5-18K típusnak felel meg
- ✱ TDS-2 esetén 3I-4I-5I elmarad
- TDS-3 esetén 4I-5I elmarad
- TDS-4 esetén 5I elmarad
- ✱ 6K esetén 13-18 és 23-36 sorkapocs elmarad
- 12K esetén 25-36 sorkapocs elmarad.

2.1

Yy-connected power transformer with two windings

The rated currents I_{n1} and I_{n2} of the power transformer are calculated based on given transformer data. The current ratios of the main current transformers, I_1/i_1 and I_2/i_2 , are used for calculations of the secondary currents i_{n1} and i_{n2} .

When defining the current ratios of the auxiliary current transformers, the ones for the primary side should be defined first, that means $i_{n \text{ prim}}/i_{n \text{ sec}}$. Corresponding marking is $P_1 - P_2/S_1 - S_2$. The current ratio has been given for each transformer set in Figures 2-5.

The calculation of i_{n1} and i_{n2} is done according to the formulas 1 and 2.

$$i_{n1} = \frac{S_n}{U_1 \times \sqrt{3}} \times \frac{i_1}{I_1} \dots\dots\dots (1)$$

$$i_{n2} = \frac{S_n}{U_2 \times \sqrt{3}} \times \frac{i_2}{I_2} \dots\dots\dots (2)$$

The formulas are exactly valid for power transformers with fixed ratio, that means without regulating possibilities with for example tap changers. When there are power transformers with voltage regulation and with ratio

$$U_1 / (U_2 \pm \frac{P_1}{P_2} \%),$$

the "average voltage" $U_2' \pm p \%$ is calculated for the secondary side. This forms the base for the calculation of the primary and secondary currents.

When the average voltage U_2' is used, somewhat different differential currents are obtained when the tap changer is regulated to its lowest and highest positions. A correction can be done utilizing a constant

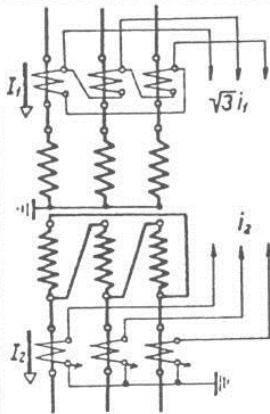
$$k = (1 + p) \times (1 - p)$$

and then the lowest and highest positions of the tap changer will provide exactly equal differential currents due to the deviation from the average ratio. Formula 2 is then corrected to

$$i_{n2} = \frac{S_n}{U_2' \times \sqrt{3} \times (1 + p) \times (1 - p)} \times \frac{i_2}{I_2} \dots\dots\dots (3)$$

Usually there is no need for a fine correction according to formula 3, as the differential relay can be set at a sensitivity value which is well above the maximum differential current caused by unbalance.

Yd transzformátor differenciálvédelme.VRMT. R-088.



$$\frac{I_2}{I_1} = A \quad i_1 = \frac{I_1}{a_1} \quad i_2 = \frac{I_2}{a_2} \quad \Delta i = i_2 \sqrt{3} i_1$$

$$\alpha = \frac{\frac{I_1 \sqrt{3}}{a_1}}{\frac{I_2}{a_2}} = \frac{I_1 \sqrt{3}}{a_1} \cdot \frac{a_2}{I_2} = \frac{a_2 \sqrt{3}}{A a_1}$$

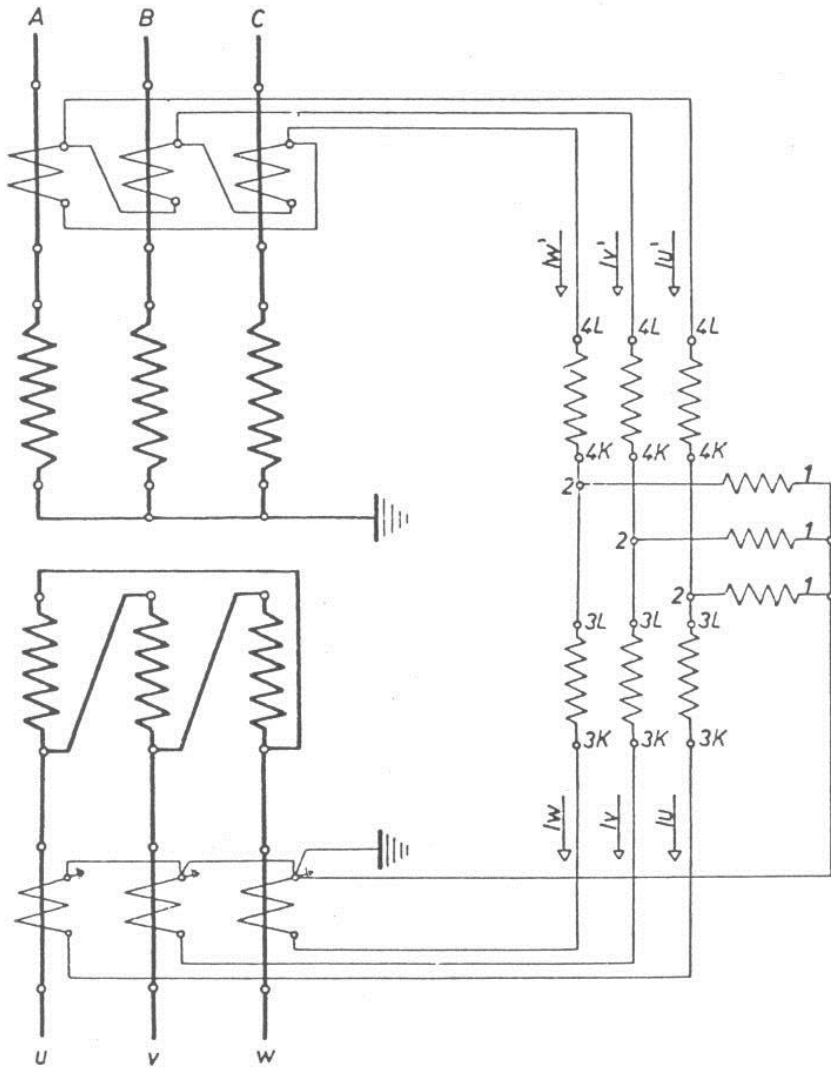
$0,8 < \alpha < 1,25$ különben közbelső áramváltó kell.

Helyes bekötés		$i_2 \sqrt{3} : \Delta i = 1 : \alpha : (1 - \alpha) \quad \Delta i = 0 \text{ ha } \alpha = 1$																										
60°-os elkötés		$i_2 \sqrt{3} : \Delta i = 1 : \alpha : \beta$ $\beta = \sqrt{1 - \alpha + \alpha^2}$ <table><tr><td>α</td><td>0,75</td><td>0,8</td><td>0,85</td><td>0,9</td><td>0,95</td><td>1</td><td>1,05</td><td>1,1</td><td>1,15</td><td>1,2</td><td>1,25</td><td>1,3</td></tr><tr><td>β</td><td>0,9</td><td>0,92</td><td>0,93</td><td>0,95</td><td>0,97</td><td>1,00</td><td>1,02</td><td>1,05</td><td>1,08</td><td>1,11</td><td>1,14</td><td>1,18</td></tr></table>	α	0,75	0,8	0,85	0,9	0,95	1	1,05	1,1	1,15	1,2	1,25	1,3	β	0,9	0,92	0,93	0,95	0,97	1,00	1,02	1,05	1,08	1,11	1,14	1,18
α	0,75	0,8	0,85	0,9	0,95	1	1,05	1,1	1,15	1,2	1,25	1,3																
β	0,9	0,92	0,93	0,95	0,97	1,00	1,02	1,05	1,08	1,11	1,14	1,18																
segítség:	Δ kötések cseréje az Y oldali áramváltóknál																											
120°-os elkötés		$i_2 \sqrt{3} : \Delta i = 1 : \alpha : \gamma$ $\gamma = \sqrt{1 + \alpha + \alpha^2}$ <table><tr><td>α</td><td>0,75</td><td>0,8</td><td>0,85</td><td>0,9</td><td>0,95</td><td>1</td><td>1,05</td><td>1,1</td><td>1,15</td><td>1,2</td><td>1,25</td><td>1,3</td></tr><tr><td>γ</td><td>1,52</td><td>1,56</td><td>1,60</td><td>1,65</td><td>1,69</td><td>1,73</td><td>1,77</td><td>1,82</td><td>1,86</td><td>1,91</td><td>1,95</td><td>2,00</td></tr></table>	α	0,75	0,8	0,85	0,9	0,95	1	1,05	1,1	1,15	1,2	1,25	1,3	γ	1,52	1,56	1,60	1,65	1,69	1,73	1,77	1,82	1,86	1,91	1,95	2,00
α	0,75	0,8	0,85	0,9	0,95	1	1,05	1,1	1,15	1,2	1,25	1,3																
γ	1,52	1,56	1,60	1,65	1,69	1,73	1,77	1,82	1,86	1,91	1,95	2,00																
segítség:	ciklikus csere bármelyik oldalon																											
180°-os elkötés		$i_2 \sqrt{3} : \Delta i = 1 : \alpha : (1 + \alpha)$																										
segítség:	csillagpont cseréje a Δ oldali áramváltóknál																											

Yd 11

TRANSZFORMÁTOR DIFF. VÉDELMÉNEK
VÁLTOÁRAMÚ KAPCSOLÁSA.

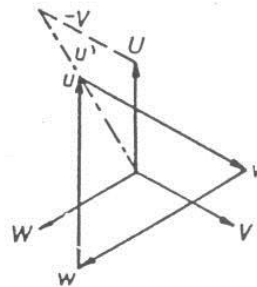
VRMT. R-088-E



$$\bar{I}_U' = \bar{I}_U - \bar{I}_V$$

$$\bar{I}_V' = \bar{I}_V - \bar{I}_W$$

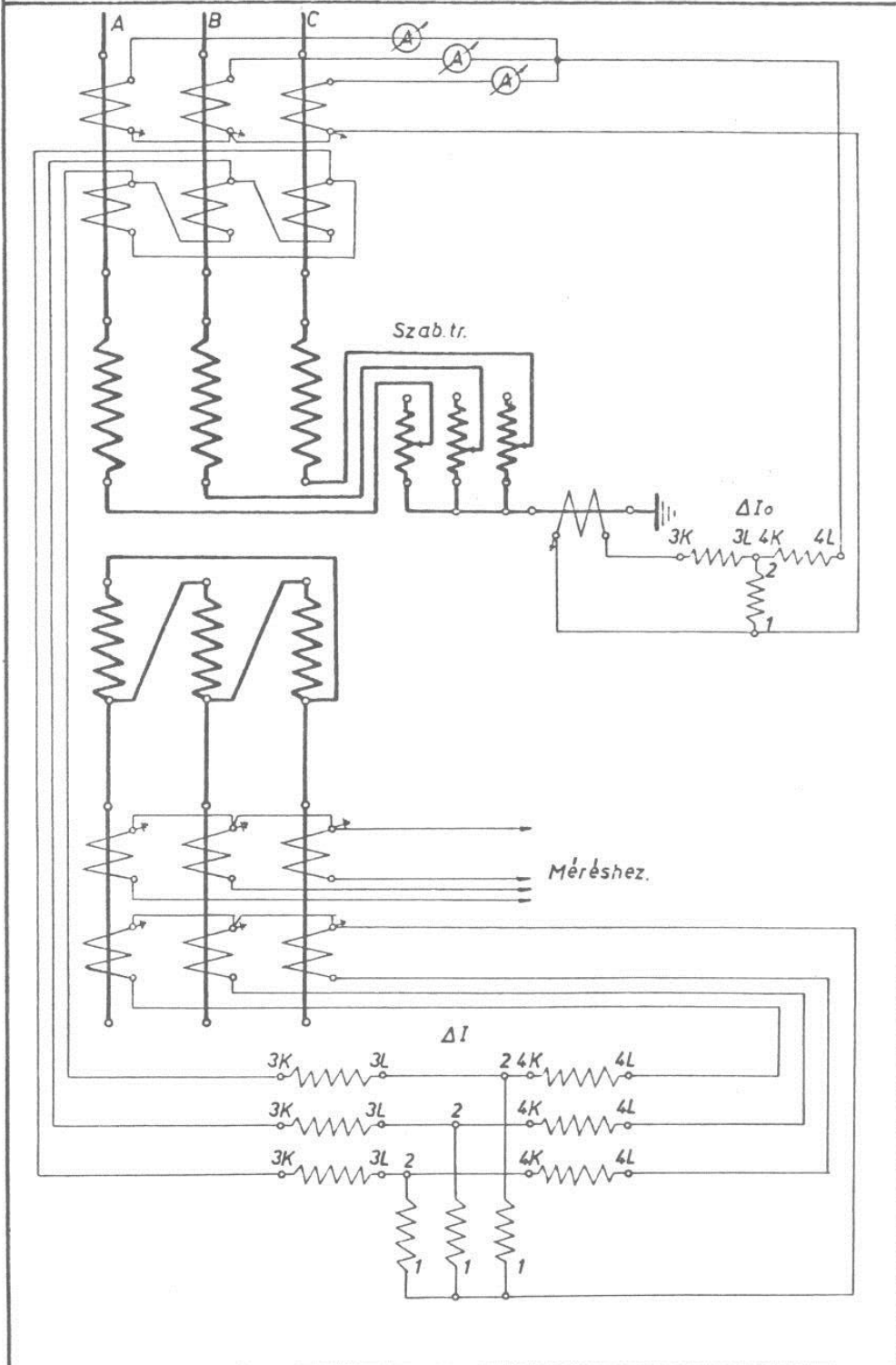
$$\bar{I}_W' = \bar{I}_W - \bar{I}_U$$



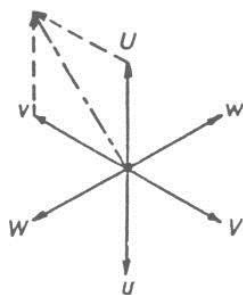
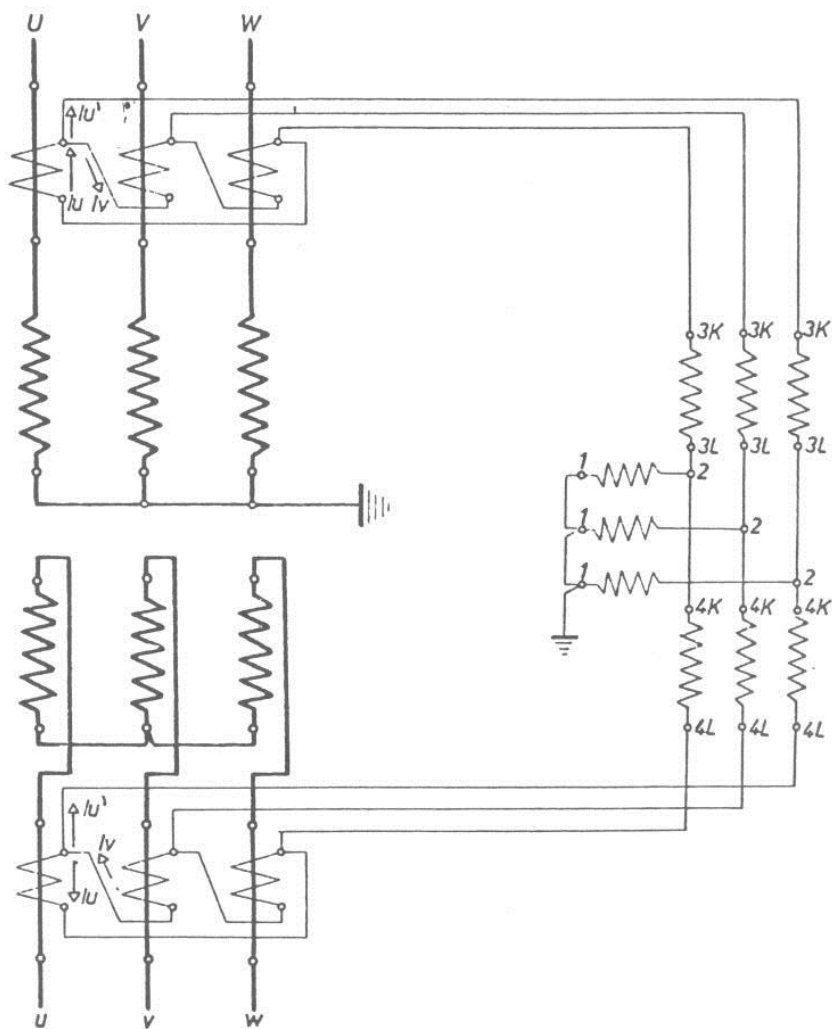
Yd 11

CSILLAGPONTI SZABÁLYZÓVALELLÁTOTT TRANSZF.
DIFF. VÉDELMEINEK ELVI KAPCSOLÁSA.

VRMT.R-088-C



Yy6 TRANSZFORMÁTOR DIFF VÉDELMÉNEK VÁLTÓÁRAMÚ KAPCSOLÁSA VRMT.R-088D.



$$\overline{I_U'} = \overline{I_U} - \overline{I_V}$$

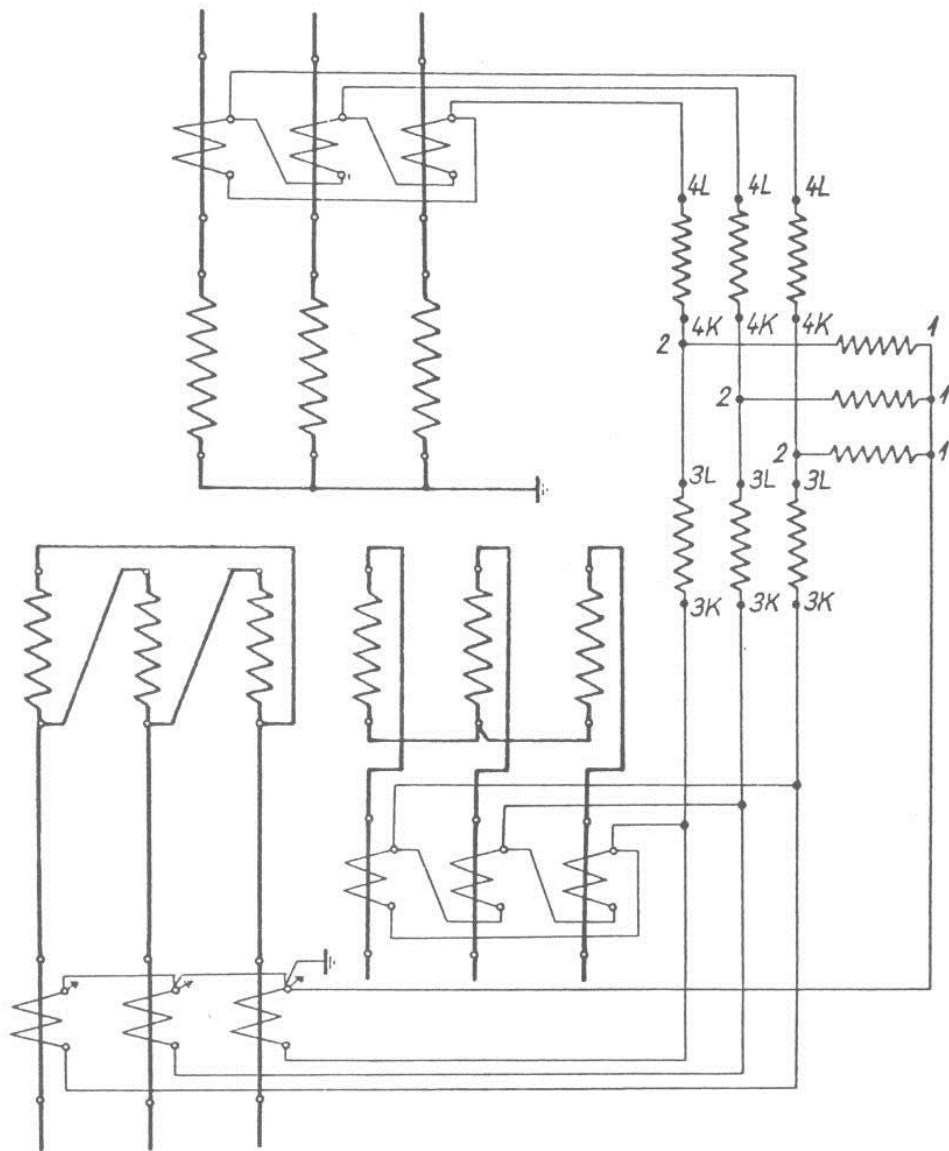
$$\overline{I_V'} = \overline{I_V} - \overline{I_W}$$

$$\overline{I_W'} = \overline{I_W} - \overline{I_U}$$

$$\overline{I_U'} = \overline{I_V} - \overline{I_U}$$

$$\overline{I_V'} = \overline{I_W} - \overline{I_V}$$

$$\overline{I_W'} = \overline{I_U} - \overline{I_W}$$



Tervezte:
Hatvani György

Rajzolta:
Bánfalvi Katalin
1967. V. 30.

Magyar Villamos Művek-OVRAM

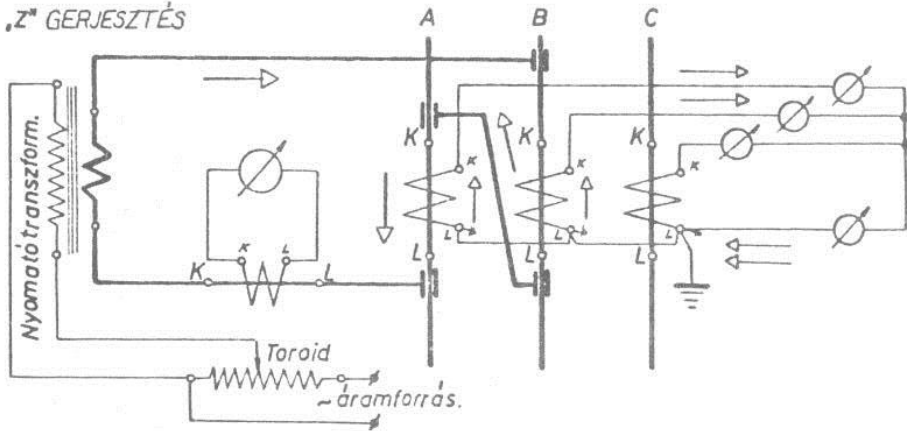
Y/d11/y6 tercier tr. differenciálvédelmének elvi kapcsolása egyirányú energiáramnál

Ellenőrizte:
Szabó István

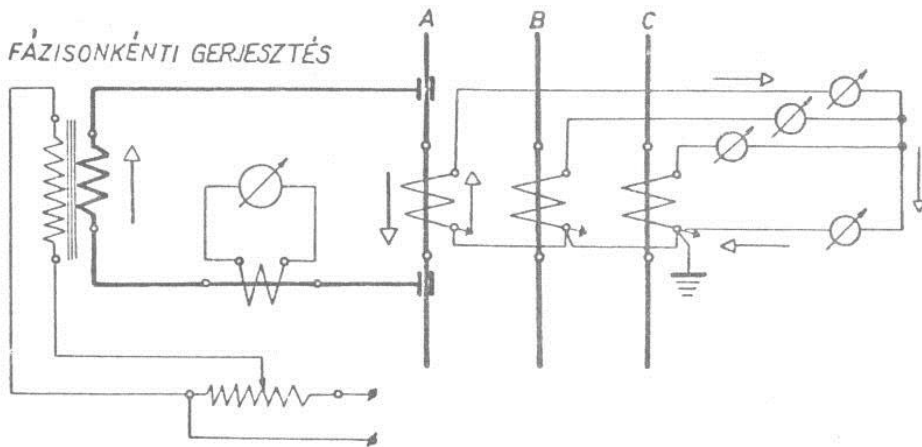
Rajz szám:
C-02-43

Áramváltók primer gerjesztése. VRMT. R-088-A

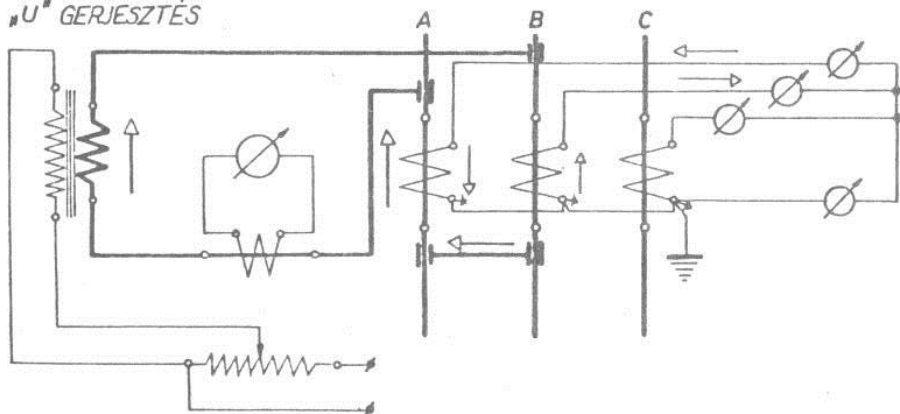
$\dot{Z}^n$ GERJESZTÉS



FAZISONKÉNTI GERJESZTÉS



$\dot{U}^n$ GERJESZTÉS





VÉDELMEK ÉS AUTOMATIKÁK

Túláram-idővédelem - 1

(20 kV-os sugaras távvezeték)

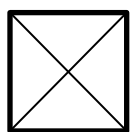
Zerényi József

MAVIR Zrt. - RIG

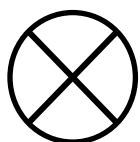
Tel.: 06-20-929-4570, e-mail: zerenyi@mavir.hu

20 kV-os gyűjtősín és leágazások védelme

Szokásos kialakítások



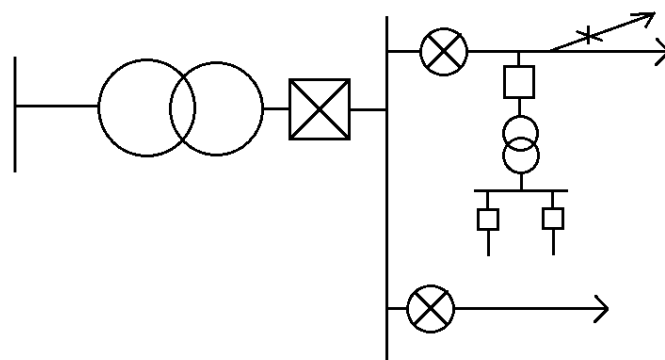
Táppont



Háromfázisú hajtású
megszakítók, tápvonal
visszakapcsoló automatika
(KVA)

X

Önálló védelemmel ellátott,
leválasztható távvezeték; nincs
visszakapcsolás!!!

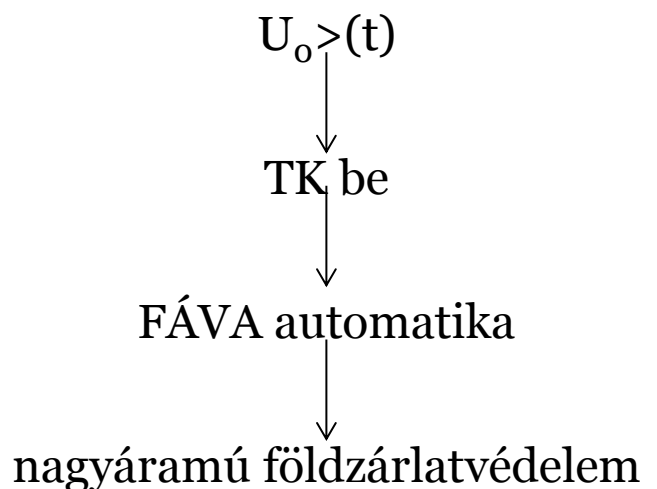
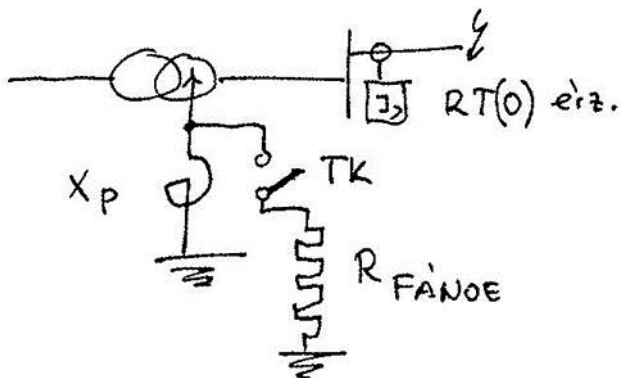


KVA rendszere

X

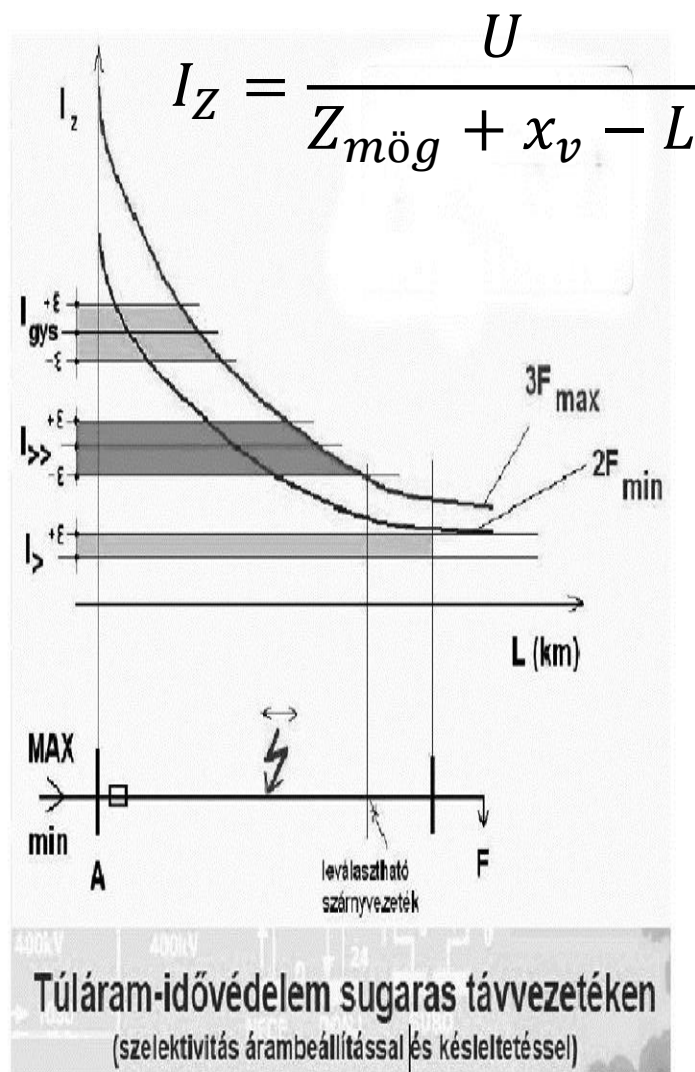
	GVA		LVA		3F, 2F	
Zárlat	Ki	Be	Ki	Be	Végl.	Ki
$T_{\text{holtidő}}$	0,3-1,2 s		15-60 s			

Földzárlat érzékelése:



Árambeállítások koordinálása báziszárlatokra

X



- $I_{>}$: teljes hossza, végpontig, min $2F$!
 - $I_{>>}$: Leválasztható leágazásig ($3F$), de az elejére is ($2F$).
 - I_{gys} : gyűjtősínre ($2F$), de ne érjen túl a „visszahúzó” $I_{>>}$ -on
- Gyűjtősín tartalékvédelme

Szabadvezeték védelme

x

Késleltetett zárlati túláramvédelem:
Sugaras vagy sugarasan üzemelő
vezeték alap-, illetve
tartalékvédelmére a vezeték
táppontjában.

Szabadvezetékek védelme

Alapvédelemként R-T

fázisban I.

x

A védelem indulási áramát (I_b) az alábbiak szerint kell megállapítani:

$$\frac{k_f}{k_v} \cdot \frac{I_{\ddot{u} \max}}{1 - \varepsilon} \leq I_b \leq \frac{I_{Z \ 2F \ min}}{1 + \varepsilon}$$

- I_b : a relé beállítási áramának primerre vonatkoztatott értéke
- $I_{\ddot{u} \max}$: a vezeték maximális terhelő árama, amely a vezetékre megengedett állandó terhelő áramnál nagyobb nem lehet
- $I_{Z \ 2F \ min}$: a teljes védett vezeték végén minimális üzemállapotban keletkező kétfázisú zárlati áram értéke
- ε : biztonsági tényező, értéke 0,1-0,2 között választható.
- k_f : felfutási tényező, értéke általában 1-2 között választható a vezetékekről ellátott fogyasztók jellegétől függően, ipartelepi hálózaton ennél nagyobb érték választása is indokolt lehet
- k_v : ejtő viszony, értéke az alkalmazott relé adataitól függően 0,8-0,95 közötti érték.

A túláramvédelem működését kedvezőtlenül befolyásolhatják és felesleges kioldást okozhatnak egyes jelenségek, mint például a tranziens földzárlati áramok, bekapcsolási és visszakapcsolási áramlökések, a táplált transzformátorok szekunder oldali zárlata.

Szabadvezetékek védelme

Alapvédelemként R-T fázisban II.

X

A vezetéken egymást követő védelmek késleltetése között

- elektronikus védelem esetén legalább 0,3 s
- elektromechanikus védelem esetén legalább 0,4 s

időlépcső legyen.

A késleltetés legnagyobb értéke legfeljebb 2 s lehet.

A túláramvédelem működését kedvezőtlenül befolyásolhatják és felesleges kioldást okozhatnak egyes jelenségek, mint például a tranziens földzárlati áramok, bekapcsolási és visszakapcsolási áramlökések, a táplált transzformátorok szekunder oldali zárlata.

Amennyiben a zárlati termikus szilárdságra vonatkozó előírásokat a késleltetett zárlati túláramvédelem nem elégíti ki, késleltetés nélküli zárlati túláramvédelmet is alkalmazni kell.

Szabadvezeték védelme

Tartalékvédelemként I.

X

Alkalmazni kell minden olyan leágazásban, ahol

- állomás gyűjtősínét 120 kV-os primer feszültségű transzformátor táplálja, vagy
- fedővédelmi holtsáv van.

A védelem indulási áramát (I_b) az alábbiak szerint kell megállapítani:

$$\frac{k_f}{k_v} \cdot \frac{I_{\ddot{u} \max}}{1 - \varepsilon} \leq I_b \leq \frac{I_{Z 2F \min}}{1 + \varepsilon}$$

Szabadvezetékek védelme

Tartalékvédelemként II.

X

Késleltetés nélküli fáziszárlati túláramvédelmet kell alkalmazni minden olyan táppontból kiinduló vezeték védelmére, mely késleltetett fáziszárlati túláramvédelemmel vagy irányított fáziszárlati túláramvédelemmel mint alapvédelemmel van védve, és ahol

- a táppontban a gyűjtősínt 120 kV vagy 35 kV primer feszültségű transzformátor táplálja, vagy
- a táppontban a gyűjtősínvédelem céljára egy szelektív időlépcső késleltetésű fáziszárlati túláramvédelem vagy impedanciacsökkenési védelem van, vagy
- a késleltetett vagy az irányított fáziszárlati túláramvédelem a vezetéket zárlati termikus igénybevételre nem védi.

A védelem indulási áramát (I_b) R-T fázisban az alábbiak szerint kell megállapítani:

$$\frac{I_{Z\ 3F\ max}}{1 - \varepsilon} \leq I_b \leq \frac{I_{Z\ 2F\ min}}{1 + \varepsilon}$$

- I_b : a relé beállítási áramának primerre vonatkoztatott értéke
- $I_{Z\ 3F\ max}$: a vezetéken a tápponthoz villamosan legközelebb lévő önálló védelemmel ellátott helyen maximális betáplálás esetén keletkező háromfázisú zárlati áram értéke
- $I_{Z\ 2F\ min}$: a védett vezeték elején minimális betáplálás esetén keletkező kétfázisú zárlati áram értéke
- ε : biztonsági tényező, értéke 0,1-0,2 között választható.

Szabadvezetékek védelme

Tartalékvédelemként III.

X

Amennyiben a képlet által meghatározott két feltétel egyidejűleg nem teljesíthető:

- a 2.2. szakasz a)-b) pontjai szerinti esetben a vezetéken a zárlati túláramvédelem helyett távolsági védelmet vagy szakaszvédelmet kell alkalmazni
- a 2.2. szakasz c) pontja szerinti esetben az egyenlőtlenségnek csak a bal oldalát kell figyelembe venni, de ellenőrizni kell, hogy a zárlati túláramvédelem a védett vezeték azon zárlataira indul-e, amelyek a vezetéket termikusan túlterhelik; ha ez nem biztosítható, a zárlati túláramvédelem helyett távolsági védelmet kell alkalmazni.

A túláramvédelem működését kedvezőtlenül befolyásolhatják és felesleges kioldást okozhatnak egyes jelenségek, mint például a tranziens földzárlati áramok, bekapcsolási és visszakapcsolási áramlökések, a táplált transzformátorok szekunder oldali zárlata.

Szabadvezeték védelme

Tartalékvédelemként IV.

X

Zérussorrendű túláramvédelmet sugaras vagy sugarasan üzemelő szabadvezeték kiválasztóképes földzárlatvédelmére kell alkalmazni minden olyan állomásban, ahol:

- az állomás gyűjtősínére kettőnél több – fogyasztókat tápláló – vezeték csatlakozik, vagy
- az állomásba beépített bármelyik transzformátor névleges vagy csoportos teljesítménye vagy a rendszeresen párhuzamosan üzemelő transzformátorok összteljesítménye 10 MVA vagy ennél nagyobb, vagy
- a galvanikusan kapcsolt vezetékek földzárlati árama (nem a maradék áram) 15 A-nél nagyobb

A védelem indulási áramát (I_b) az alábbiak szerint kell megállapítani:

$$\frac{(3)I_{0\max}}{1 - \varepsilon} \leq I_b \leq \frac{I_A}{1 + \varepsilon}$$

- I_b : a relé beállítási áramának primerre vonatkoztatott értéke
- $I_{0\max}$: a vizsgált vezetékből a vele galvanikusan összekapcsolt más vezeték földzárlatára visszatáplált maximális zérussorrendű áram
- I_A : a vezeték legtávolabbi pontján keletkező földzárlat esetén – a reálisan figyelembe vehető ív és hibahelyi átmeneti ellenállás figyelembevételével számított – az áramnövelő rezisztencián (vagy hosszúföldelő rezisztencián) átfolyó áram értéke
- ε : biztonsági tényező, értéke 0,1-0,2 között választható.

Szabadvezetékek védelme

Tartalékvédelemként V.

X

Pontosabb adatok hiányában :

- ív-és hibahelyi ellenállásként 20 ohm
- oszlopföldelési ellenállásként 10 ohm

vehető figyelembe.

Ha a beállítás feltételei egyidejűleg nem elégíthetők ki, minden részletre kiterjedő (hálózat csökkenés, áramnövelő rezisztencia csökkenés) vizsgálatot kell végezni.

A vezetéken egymást követő védelmek késleltetése között

- elektronikus védelem esetén legalább 0,3 s
- elektromechanikus védelem esetén legalább 0,4 s

időlépcső legyen.

Szigetelt csillagpontú vagy kompenzált hálózatokban a védelem működéséhez a földzárlati áramot rezisztenciával mesterségesen legalább 100 A-re növelni kell.

Megszakító beragadási védelem

X

Megszakító beragadási védelmet minden esetben alkalmazni kell a gyűjtősínt tápláló transzformátor leágazás(ok) megszakító(i)hoz.

A védelem transzformátoronként egy-egy egyenáramú időreléből álljon.

A védelmek a táplált vezeték(ek) védelme(i)nek parancsa indítsa(k).

Az indító impulzusokat a leágazás saját megszakítójának „Be” állapotban zárt segédérintkezőjén keresztül sínre (sínszakaszra) kiválasztóképesen kell az időrelékhez eljuttatni. Erre a célra a gyűjtősínszakaszolóknak működtető-nyugtázó vagy nyugtázó kapcsolóinak érintkezőit kell felhasználni.

A védelem késleltetése legalább egy szelektív időlépcső legyen.

A védelem kapcsolja ki a gyűjtősínt tápláló transzformátor megszakítóját, és adjon egyedi hibajelzést.

Gyűjtősínvédelem

Késleltetett zárlati védelemmel minden esetben el kell látni valamennyi üzemszerű betápláló és esetenként betáplálást szolgáló elágazást (ideértve az üzemszerűen betápláló transzformátoron kívül a tartalékbetáplálást, valamint a sínbontó- és sínáthidaló leágazást is; a továbbiakban együtt: betápláló leágazás).

Erre a célra a beállítási feltételek kielégíthetőségétől függően

- késleltetett zárlati túláramvédelmet, vagy
- késleltetett zárlati impedanciacsökkentési védelmet kell alkalmazni.

Késleltetett zárlati túláram védelem

X

A védelem indulási áramát (I_b) az alábbiak szerint kell megállapítani:

$$\frac{I_{bv \max}}{1 - \varepsilon} \leq I_b \leq \frac{I_{Z 2F \min}}{1 + \varepsilon}$$

- I_b : a relé beállítási áramának primerre vonatkoztatott értéke
- $I_{Z 2F \min}$: kétfázisú gyűjtősínzárlat felléptekor, különböző üzemállapotokban az érintett betápláláson átfolyó zárlat áramok közül a legkisebb
- $I_{bv \max}$: a gyűjtősínről táplált leágazások közül annak a védelemnek I_b értéke, amelyik a legnagyobb
- ε : biztonsági tényező, értéke 0,1-0,2 között választható.

Késleltetése szelektív időlépcső legyen.

A vezetéken egymást követő védelmek késleltetése között

- elektronikus védelem esetén legalább 0,3 s
- elektromechanikus védelem esetén legalább 0,4 s

időlépcső legyen.

Késleltetés nélküli zárlatvédelem



Késleltetés nélküli zárlatvédelemmel is el kell látni minden betápláló leágazást – az előírt késleltetett zárlati védelmen túlmenően -, ha

- a betápláló transzformátor primer feszültsége $U_n \geq 120$ kV és
- a gyűjtősín valamennyi fogyasztói irányban koncentrált impedanciával (pl. fojtótekercs) le van zárva.

Megengedett a késleltetés nélküli zárlatvédelem alkalmazása – az egyéb feltételek fennállása esetén – abban az esetben is, ha a transzformátor primer feszültsége $U_n < 120$ kV.

Erre a célra a beállítási feltételek kielégíthetőségétől függően:

- késleltetés nélküli zárlati túláramvédelmet
- késleltetés nélküli impedanciacsökkenési védelmet

kell alkalmazni.

A védelem indulási áramát (I_b) az alábbiak szerint kell megállapítani:

$$\frac{I_{Z\ 3F\ max}}{1 - \varepsilon} \leq I_b \leq \frac{I_{Z\ 2F\ min}}{1 + \varepsilon}$$

- I_b : a relé beállítási áramának primerre vonatkoztatott értéke
- $I_{Z\ 3F\ max}$: a gyűjtősínre csatlakozó legkisebb impedanciájú koncentrált impedancia után maximális betáplálás esetén keletkező háromfázisú áram
- $I_{Z\ 2F\ min}$: kétfázisú gyűjtősínzárlat felléptekor, különböző üzemállapotokban az érintett betápláláson átfolyó zárlat áramok közül a legkisebb
- ε : biztonsági tényező, értéke 0,1-0,2 között választható.

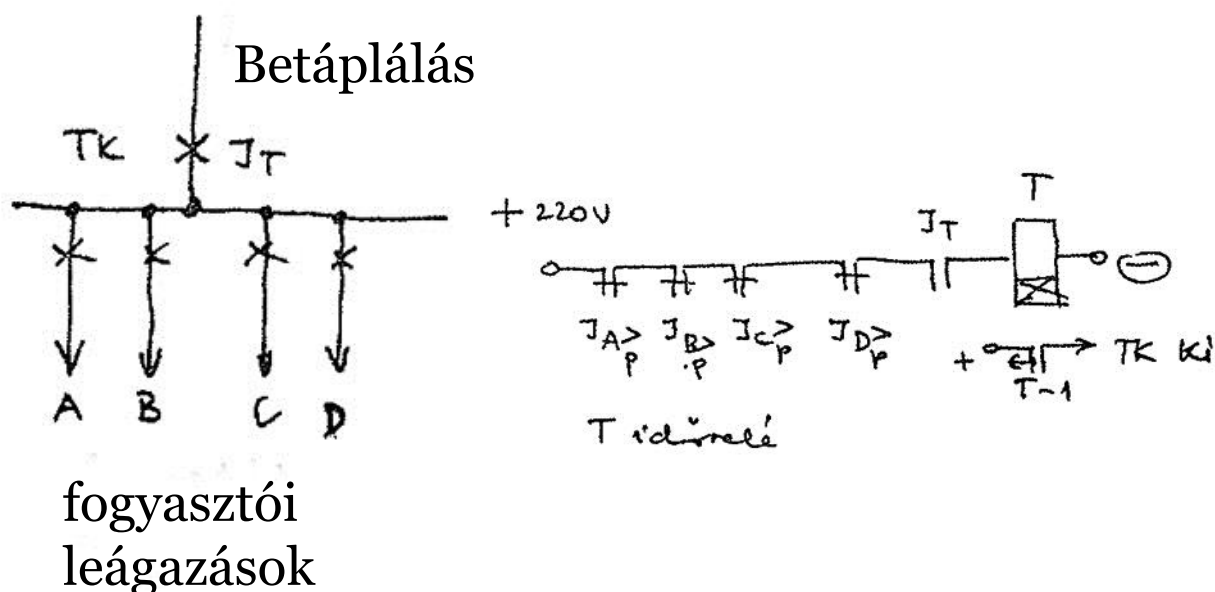
Logikai különbözeti védelem

X

Valamennyi leágazás védelmének pillanatműködésű érintkezőiből kialakított kiválasztóképes zárlatvédelmet (a továbbiakban: logikai különbözeti védelem) kell kialakítani, ha ennek kiválasztóképesége a főáramköri kapcsoló elemek (pl. megszakító, szakaszoló) segédérintkezőinek felhasználása nélkül biztosítható.

A betápláló leágazások késleltetett védelmeinek pillanatműködésű érintkezőit kell bevonni.

Fémtokozott cellák esetén ha ez nem valósítható meg, önálló gyűjtő sínvédelem kell.



Sínbontó-sínáthidaló védelme

X

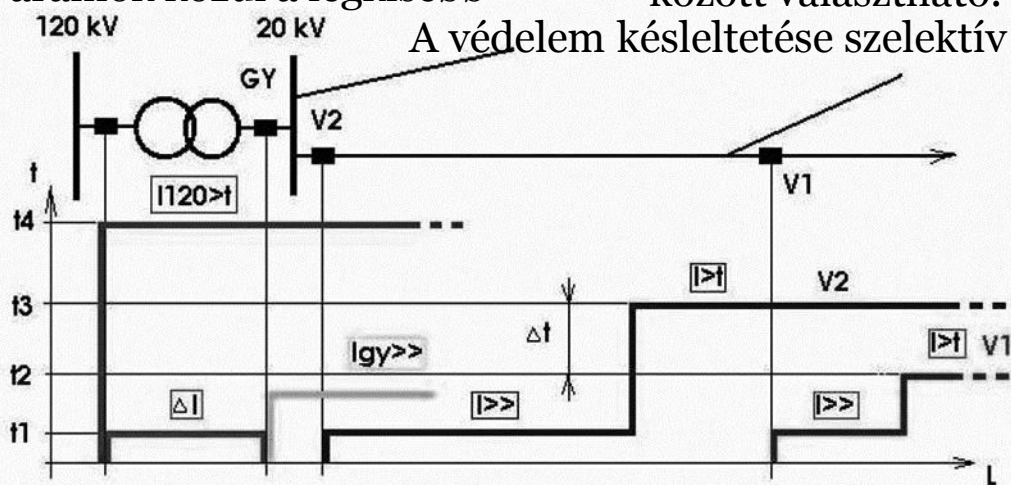
Késleltetett zárlati túláramvédelmet kell alkalmazni megszakító kiépítésű gyűjtősínbontó, illetve sínáthidaló leágazásban. A sínáthidaló leágazásban a védelem működtető impulzusa kapcsolóval bénítható legyen.

A védelem indulási áramát (I_b) az alábbiak szerint kell megállapítani:

$$\frac{I_{bv \max}}{1 - \varepsilon} \leq I_b \leq \frac{I_{Z \ 2F \ min}}{1 + \varepsilon}$$

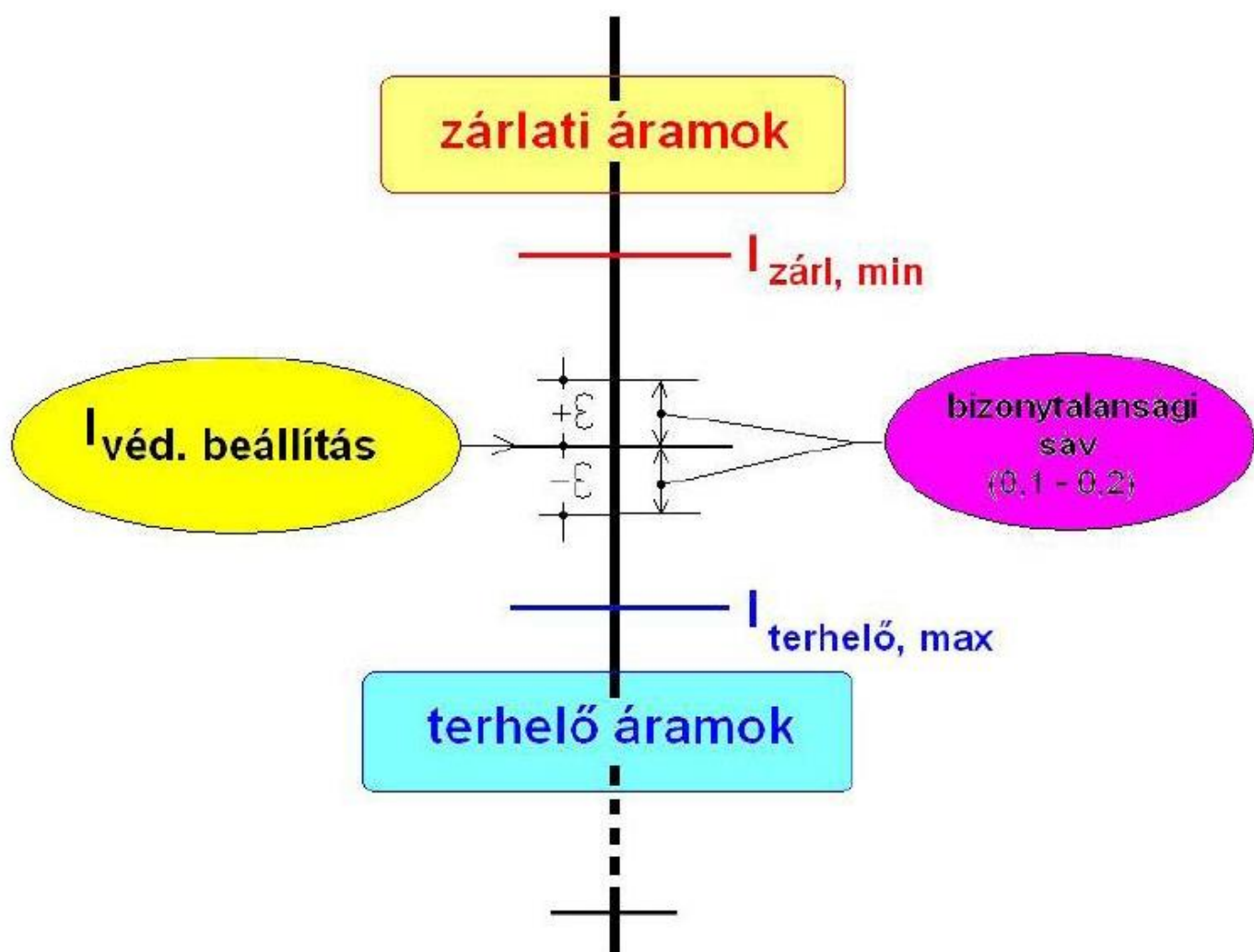
- I_b : a relé beállítási áramának primerre vonatkoztatott értéke
- $I_{Z \ 2F \ min}$: kétfázisú gyűjtősínzárlat felléptekor, különböző üzemállapotokban az érintett betápláláson átfolyó zárlat áramok közül a legkisebb
- $I_{bv \ max}$: a gyűjtősínről táplált leágazások közül annak a védelemnek I_b értéke, amelyik a 2.2.3. szakasz előírásai alapján számítva a legnagyobb
- ε : biztonsági tényező, értéke 0,1-0,2 között választható.

A védelem késleltetése szelektív időlépcső legyen.



■ leválasztás, védelem

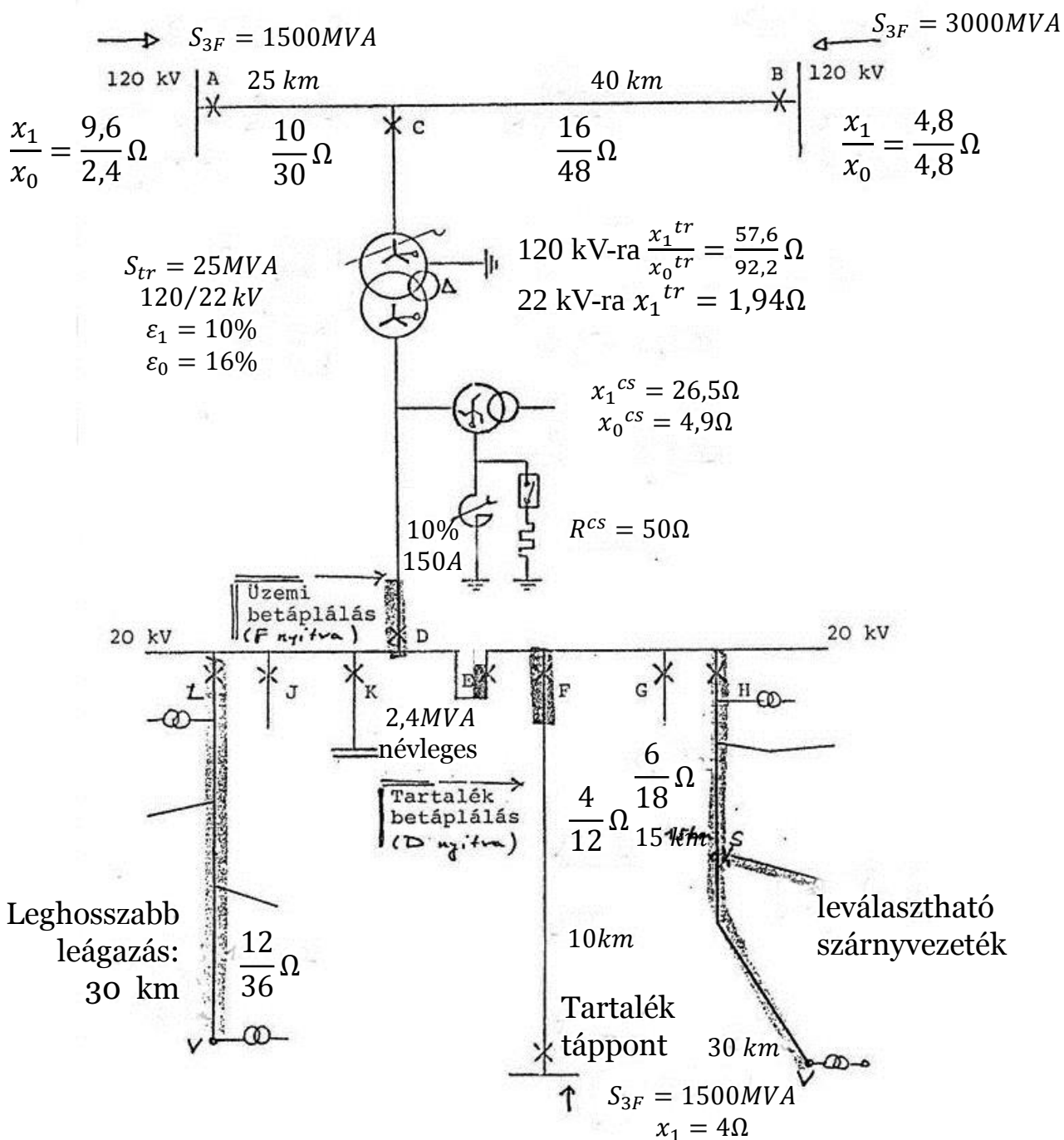
t1 önidő



Túláram-idővédelmek alkalmazási határa

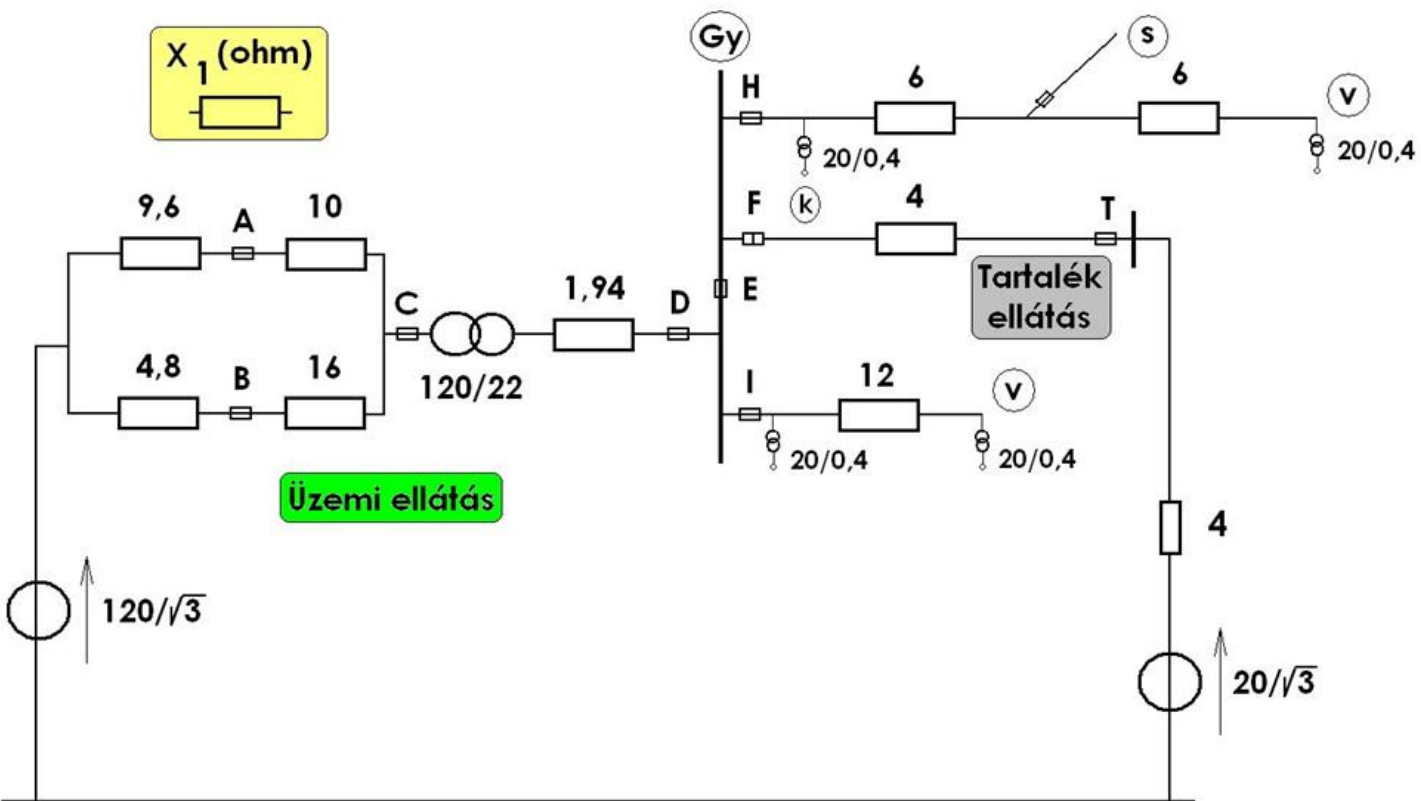
(a lehetséges legkisebb zárlati áramot is érzékelje, de a terhelőáramokra ne szólaljon meg.)

Sugaras 20 kV-os szabadvezeték hálózat



Zárlati áramok számítása

X



Üzemi ellátás I.

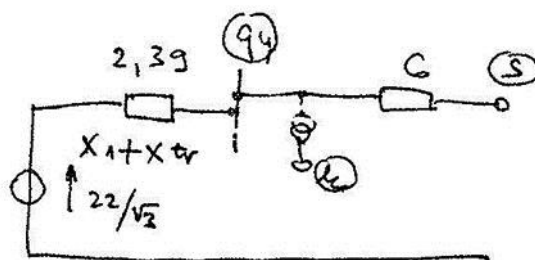
X

max. zárlati áramok, F nyitva!!!

$$x_{1 \min}^{120} = \frac{(9,6 + 10) \cdot (4,8 + 16)}{9,6 + 10 + 4,8 + 16} = 10,1$$

$$x_1^{22} = 10,1 \cdot \left(\frac{22}{120} \right)^2 = 0,34$$

$$x_{1 \min}^{22} + x_{tr} = 0,34 + 1,94 = 2,28(\Omega)$$



GY:
$$I_{3F \max}^{GY} = \frac{E_{\max}}{x_{1 \min} + x_{tr}} = \frac{\frac{22}{\sqrt{3}}}{2,28} = 5571 \text{ A}$$

$$\sqrt{3} \cdot 20 \cdot 5,571 = 193 \text{ MVA}$$

S:
$$I_{3F \max}^S = \frac{E_H}{x_{1 \min} + x_{tr} + x_{H-S}} = \frac{\frac{22}{\sqrt{3}}}{2,28 + 6} = 1534 \text{ A}$$

k: 0,4 kV-on

Ha $S_{tr}=1,6 \text{ MVA}$ (ez a maximum), akkor 3F k 20 kV-os oldalon $\varepsilon=5\%$ -os feltételezéssel (saját zárlati teljesítmény):

$$S_Z^k = S_{trn} \cdot \frac{100}{\varepsilon} = 1,6 \cdot 20 = 32 \text{ MVA}$$

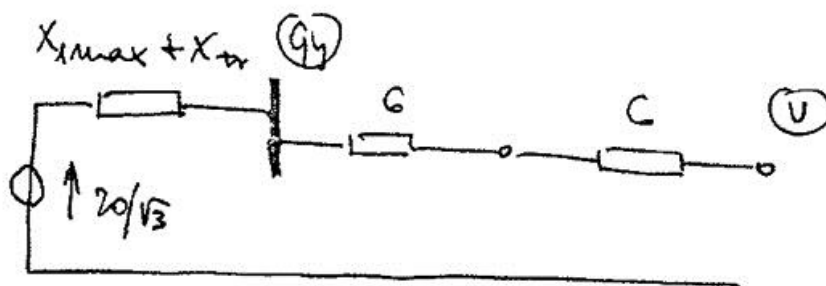
$$I_{3F \max}^k \leq \frac{S_Z^k}{\sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{32}{\sqrt{3} \cdot 20} = 923 \text{ A}$$

S_{tr}	$I_{3F \max}$
1 MVA	577 A
630 kVA	364 A
400 kVA	230 A

Üzemi ellátás II.

X

min. zárlati áramok, A és F nyitva!!!



$$x_{1max}^{120} = 16 + 4,8 = 20,8 \, \Omega$$

$$x_{max}^{22} = 20,8 \cdot \left(\frac{22}{120} \right)^2 = 0,7 \Omega$$

GY:
$$I_{3F min}^{GY} = \frac{E_{min}}{x_{1max} + x_{tr}} = \frac{\frac{20}{\sqrt{3}}}{0,7 + 1,94} = \frac{\frac{20}{\sqrt{3}}}{2,64} = 4374 \, A$$

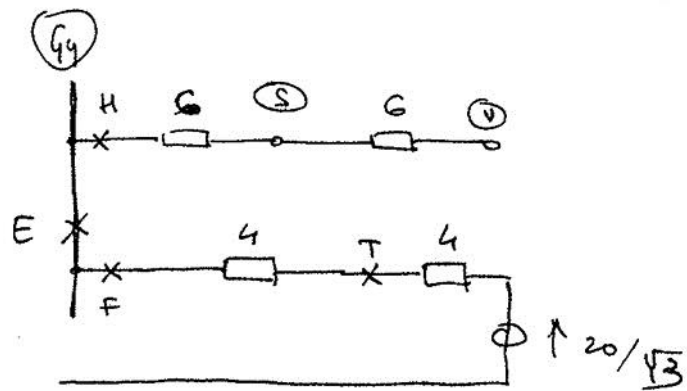
$$I_{2F min}^{GY} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot I_{3F min}^{GY} = 3788 \, A$$

V:
$$I_{2F min}^V = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{\frac{20}{\sqrt{3}}}{0,7 + 1,94 + 12} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{\frac{20}{\sqrt{3}}}{14,64} = 683 \, A$$

Tartalék ellátás

X

F zárva
D nyitva!!!



GY:
$$I_{3Ft}^{GY} = \frac{E}{x_T + x_{T-F}} = \frac{\frac{20}{\sqrt{3}}}{4 + 4} = 1443 \text{ A}$$

$$\sqrt{3} \cdot 20 \cdot 1,443 = 50 \text{ MVA}$$

$$I_{2Ft}^{GY} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 1443 = 1249 \text{ A}$$

V:
$$I_{3Ft}^V = \frac{E}{x_T + x_{T-F} + x_{K-V}} = \frac{\frac{20}{\sqrt{3}}}{4 + 4 + 12} = 577 \text{ A}$$

$$I_{2Ft}^V = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 577 = 500 \text{ A}$$

Védelmek beállításszámítása

X

Néhány pótlólagos adat, készülékparaméter

- Áramváltó áttételek
 - D: $\frac{800}{5}$
 - E: $\frac{800}{5}$
 - vezetékek: $\frac{200}{5}$
- Vezetékek: 95 mm² Ald
- $I_{max, tartós} = 350 \text{ A}$
- Max. zárlati időtartam: $t_{max} = \frac{10^6}{B^2 \cdot J^2}$
 - $B = 12,2 \frac{\text{mm}^2}{\text{kAs}^{\frac{1}{2}}} \text{ Ald-re}$
 - $J = \frac{I(A)}{q(\text{mm}^2)}$
 - $I_{max} = I_{3F max}^{GY} = 5571 \text{ A}$
 - $t_{max} = \frac{10^6}{(12,2)^2 \cdot \left(\frac{5571}{95}\right)^2} = 1,95 \text{ s}$

Leágazások üzemi terhelése még extrém esetben sem nagyobb 5 MVA-nél:

$$I_{\ddot{u} max} = \frac{5}{\sqrt{3} \cdot 20} = 145 \text{ A}$$

Beállítások primér értékei:

$$\varepsilon = 0,2 \quad \frac{1}{1+\varepsilon} = \frac{1}{1,2} = 0,83$$

$$\frac{1}{1-\varepsilon} = \frac{1}{0,8} = 1,25, \text{ a továbbiakban.}$$

20 kV-os fogyasztói leágazások késleltetett zárlati túláramvédelmei I.

X

- Előkésleltetés: ~ 100 ms
 - biztosító kiolvadás, földzárlati, bekapcsolási tranziensek
 - hagyományos KVA alkalmazása esetén!
- Előző zárlatnál előgyorsított értékelés
 - H ágban a késleltetés: 1 s
 - a leválasztható szárnyvezeték miatt
 - L ágban a késleltetés: 0,5 s, 1 s
 - tranziensek elhanyagolása miatt jobb!
- I_b primér értékben a 2.1.1.3. képlet alapján:
 - $I_b \leq 0,83 \cdot I_{Z \min}^V$
 - legtávolabbi min. (2F) értékelése
 - $I_{2F \min}^V = 683 \text{ A}$
 - $I_{2Ft}^V = 500 \text{ A}$ $k_f = 1,5$ (átlagos)
 - $I_b \leq 415 \text{ A}$ $k_v = 0,9$
 - $I_b \geq 1,25 \cdot \frac{k_f}{k_v} \cdot I_{\ddot{u} \max} = 1,25 \cdot \frac{1,5}{0,9} \cdot 145 \text{ A} = 302 \text{ A}$
 - $I_b > 302 \text{ A}$
 - $I_b > 1,25 \cdot I_{3F \max}^k$
 - 1,6 MVA: 1153 A
 - 1 MVA: 721 A
 - 630 kVA: 455 A
 - 400 kVA: 287 A

Ezekben az esetekben a közeli
0,4 kV-os zárlatoknál (k)
járulékos HVA-működés lesz
 - $I_b > I_{FT \max}$: földzárlati tranziens
 - max. 100÷300 A
 - $I_b > I_{Be \max}$: bekapcsolási áramlökés
 - 100÷500 A

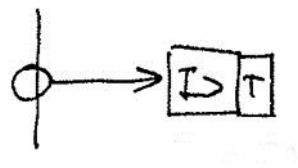
Az utolsó két esetre az előkészleltetés (kb. 100 ms) adhat megoldást.

20 kV-os fogyasztói leágazások késleltetett zárlati túláramvédelmei II.

X

Összegzés:

- $I_b = 340 \text{ A}$
 - irányelv: $I_b > 300 \text{ A}$
 - $\acute{a}v = \frac{200}{5} = 40$
- Pl. VEIKI ETI táp. relé:
 - $J_u = 5 \text{ A}$
 - $1 \cdot I_n \div 4,1 \cdot I_n; \Delta I = 0,1$
 - $0,1 \div 3,2 \text{ s}; \Delta t = 0,1$
- $I_{bs} = \frac{340}{40} = 8,5 \text{ A}$
- $I_{be,relé} = \frac{340}{8,5} \text{ A}$
- $t_{be} = 1,0 \text{ s}$
- $I_{nr} = 5 \text{ A}$



20 kV-os fogyasztói leágazások késleltetett zárlati túláramvédelmei III.

X

L leágazásnál gyorsfokozat ($I \gg$):

- nincs leválasztható szárnyvezeték
- ETI-ben rendelkezésre áll a lehetőség
 - $I_b < 0,83 \cdot I_{Z \min}^L$ ← leágazás közeli 2F zárlataira tartalék ellátásnál:
 - $I_b = 1036 \text{ A}$ $I_{Z Ft}^L = I_{Z Ft}^{GY} = 1249 \text{ A}$
- $I_b > 1,25 \cdot I_{Z \max}^S \leftarrow I_{3F \max}^S = 1534 \text{ A}$ itt nem jó
 - $1,25 \cdot I_{Z \max}^V \cdot I_{Z \max}^V = \frac{\frac{22}{\sqrt{3}}}{2,28+12} = 889 \text{ A}$
 - $I_{Z \max}^k = 923 \text{ A}$
 - $I_b > 1154 \text{ A}$ Ütközés az előzővel!!!
- Ellenőrizendő a gyűjtősín (D), a sínbontó (E), és a tartalék betáplálás (F) védelmek beállításaihoz való illesztés is.
- $1,25 \cdot I_b < 0,83(I_b^{D,E,F})_{\min}$
- így csak az üzemire lesz jó
- $I_b = 1000 \text{ A}$
 - $\text{áv: } \frac{200}{5} = 40$

3788 A üzem
 1249 A tart.

$\longrightarrow$

3144 A
 1036 A
 - $I_{bs} = 25 \text{ A}$ lenne, de $I_{bs} = 24 \text{ A}$ ($4,8 \cdot I_n$) állítható be az ETI $4 \cdot I_n \div 16,4 \cdot I_n$ esetén.
 - $I_{be,relé} = \frac{960}{24} \text{ A}; t_{be} = 0,100 \text{ s}$

20 kV-os fogyasztói leágazások késleltetett zárlati túláramvédelmei IV.

X

H leágazásnál gyorsfokozat ($I \gg$):

- S ponton leválasztható szárnyvezeték van
- $I_b < 0,83 \cdot I_{Z \min}^H$, ugyanaz, mint L-nél, tartalék betáplálásnál: 1249 A
 - $I_b < 1036 \text{ A}$
- $I_b > 1,25 \cdot I_{3F \max}^H$ szárnyelágazási zárlatra ne induljon: 1534 A
 - $I_b > 1918 \text{ A}$ Ütközés az előzővel!!!
- $I_b = 900 \text{ A}$ legyen, mint az L-nél, de ennek következménye van:



Esetén H-nál lesz egy felesleges automatika működés

- Segíteni lehet: a 2.2.3. képlet bal oldalát vesszük figyelembe
 - $I_b > 1,25 \cdot I_{3F \max}^S = 1918 \text{ A}$
- $I_b = 1920 \text{ A}$
 - áv: $\frac{200}{5} = 40$
 - $I_{bs} = 48 \text{ A}$
 - ETI $4 \cdot I_n \div 16,4 \cdot I_n$, $I_n = 5 \text{ A}$ esetén.
 - $I_b = \frac{1920}{48} \text{ A}$; $t_{be} = 0,100 \text{ s}$

20 kV-os fogyasztói leágazások késleltetett zárlati túláramvédelmei V.

X

E sínbontó, F tartalékbetáplálás
védelme:

- $I_b < 0,83 \cdot I_{Z \min}^{GY}$
 - gyűjtősín minimum zárlatra szólaljon meg
 - $I_b < 1036 \text{ A}$
- Hasonlóan az előzőekhez:
 - E
 - áv: $\frac{800}{5}$
 - $I_b = \frac{960}{6} \text{ A}$
 - F
 - áv: $\frac{200}{5}$
 - $I_b = \frac{960}{24} \text{ A}$

20 kV-os fogyasztói leágazások késleltetett zárlati túláramvédelmei VI.

X

D üzemi gyűjtősin betáplálás védelmei:

üzemi betáp

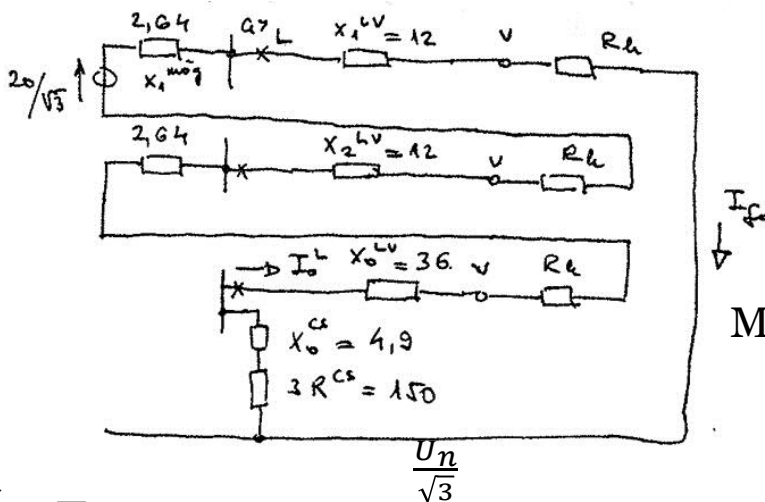
- $I_b < 0,83 \cdot I_{Z \min}^{GY} = 0,83 \cdot I_{2F \min}^{GY} = 0,83 \cdot 3788 A$
 - $I_b < 3144 A$
- $I_b > 1,25 \cdot I_{tr.lökés}$
 - $I_{n tr} = \frac{25}{\sqrt{3} \cdot 22} = 656 A$
 - $I_b > 2000 A > 3 \cdot I_{n tr}$
- $0,83 \cdot I_b^D > 1,25 \cdot I_{b gyorsfok}^H$
 - $0,83 \cdot 3144 A > 1,25 \cdot 1920 A$
 - $2610 A > 2400 A$
- áv: $\frac{800}{5} = 160$
- ETI:
 - $(1 \div 4,1) \cdot I_n$
 - $I_n = 5 A$
 - $0,1 \div 3,2 s$
- $I_b = \frac{2480}{15,5} A; 3,1 \cdot I_n$
- $t_b = 0,5 s$

20 kV-os fogyasztói leágazások késleltetett zárlati túláramvédelmei VII.

X

Földzárlatvédelem ($3I_0 >$):

Minimális üzemi betáplálás, Rcs (FÁNOE) áramnövelő ell



$X_{1,2,3} (\Omega)$

$$R_h = R_{iv} + R_{oszlop}$$

$$R_h \cong 10 + 10 = 20 \Omega$$

$$I_{ft} = I_{f0} \cdot 3$$

Minimális áramot keressük:

X+R

nem komplexként!

$$I_{f0} = \frac{\frac{20}{\sqrt{3}}}{\frac{2 \cdot x_1^{mög} + 2 \cdot x_1^{Lv} + x_0^{Lv} + x_0^{CS} + 3 \cdot R^{CS} + 3 \cdot R_h}{\sqrt{3}}} \cong$$

$$\frac{11,55}{5,28 + 24 + 36 + 4,9 + 150 + 60} \cong \frac{11,55}{280,18} \cong 41,2 A$$

$$I_{fZ min} = 3I_{f0} = 123,6 A$$

$$I_{b0} \leq 0,83 \cdot I_{fZ min} = 0,83 \cdot 123,6 = 102,6 A$$

$$I_{b0} < 102,6 A; I_b = \frac{100}{2,5} A; 0,5 \cdot I_n$$

$$VEIKI ETI: (0,25 \div 1,025) \cdot I_n; I_n = 5 A$$

Ellenőrizendő, hogy idegen leágazásra történő saját kapacitív töltőáram ne szólaltasson meg:

$$I_{be} > 1,25 \cdot I_{fZ, saját} = 1,25 \cdot (3 \cdot I_{C0, töltő})$$

$$I_{C0} \text{ 20 kV-os légvezetékre: } \frac{5 A}{100 km} \text{ (átlagos)}$$

$$\text{Itt: } 30 \cdot \frac{5}{100} = 1,5 A; 3 \cdot 1,5 = 4,5 A < I_b$$

DTI-2 Ω P

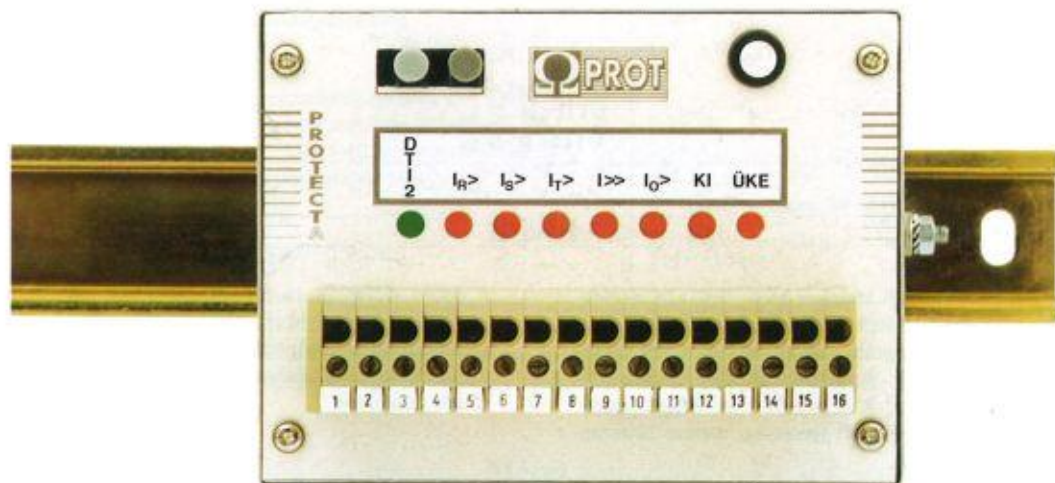
DIGITÁLIS TÚLÁRAMVÉDELEM



A DTI-2 Ω P készülék az ΩP_{rot} készülécsalád tagja. Ennek a készülécsaládnak az a jellemzője, hogy tagjainak szolgáltatásai csaknem ugyanolyan sokrétűek, mint a PROTECTA kft. által gyártott többi kórszerű védelmi készüléké, *de rendkívül kis méretűek és egyszerűen szerelhetők fel.* A készülékek ugyanis a villamosipari szereléstechológiában általánosan elterjedt Ω -sinre pattinthatók. A miniatűr kivitel olyan ésszerű kompromisszumok eredményeként jött létre, amelyek a széles körű alkalmazhatóságot gyakorlatilag nem korlátozzák.

Az ΩP_{rot} család általános jellemzői

- Ω -sinbe bepattintható miniaturizált mikroprocesszoros készülék,
- kisebb, mint a hasonló tulajdonságú más készülékek,
- három analóg bemenete van (áramok, feszültségek fogadására),
- négy független kimenő reléérintkezője van, amelyek szoftver mátrix-szal szabadon programozhatók, és bármelyik öntartásra beállítható,
- két fénykabel csatlakozása (adó és vevő) van, ezeken át tud kommunikálni irányítástechnikai rendszerrel vagy PC-vel; a védelem programozása, on-line információk vétele és az eltárolt események kiolvasása is a fénykabel-csatlakozáson át történik,
- a védelem előlapján elhelyezett nyolc LED kijelző járulékos információt ad a működésekről,
- az előlapon lévő nyugtázó gombbal lehet a jelzéseket nyugtázni, és az esetleges öntartásokat törölni,
- a doboz előlapján elhelyezett sorozatkapcsok.



PROTECTA
Elektronikai kft.

Székhely: H-1158 Budapest, Késmárk u. 7.
Postacím: 1601 Budapest, Pf. 74.
Telefon: (36) 1 417-3472
Fax: (36) 1 417-3162
E-mail: protecta@mail.elender.hu

Alkalmazási terület

A DTI2-ΩP független vagy függő késleltetésű digitális komplex túláram-védelmi készülék alkalmazható a villamosenergia-rendszer termelő, átvivő és elosztó létesítményeiben, valamint a fogyasztóknál mindazon területen, ahol zárlat, hiba, vagy rendellenes üzemállapot a névleges áramot meghaladó túlárammal jár, és így a túláramot okozó jelenséget túláramrelékkel szelektíven érzékelni lehet. Tipikus alkalmazási területe a zárlatvédelem, a tartalékvédelem és a túlterhelésvédelem. A készülékeket főként olyan helyen célszerű alkalmazni, ahol a szokásos méretű gyártmányok a rendelkezésre álló hely szűkössége miatt nem alkalmazhatók.

Főbb jellemzők

- a túláramvédelem fázisonkénti kialakítása ($3x[I>, I>>]; 2x[I>, I>>]$),
- három- vagy kétfázisú kivitel kérhető (3f, 2f),
- a kétfázisú kivitel zérussorrendű túláramrelével ($3I_0>, 3I_0>>$) is igényelhető (2f I_0),
- csak földzárlatvédelemként a $3I_0>$ kivitel kiegészíthető zérussorrendű irányítással is ($I_0 \varphi$),
- az áramrelék külön-külön állíthatók független vagy függő késleltetésűre,
- a függő késleltetést lehet normál, fokozott, erősen fokozott, vagy hosszúidejű földzárlati függésűre programozni,
- szoftver mátrix segítségével programozva valamennyi áramrelé indulása, időreléik és a két járulékos időrelé lefutása működtetheti a kimenő reléket, valamint a két járulékos időrelét,
- az áramreléket a főáramváltó beállított primer névleges áramának százalékában lehet beállítani,
- zérussorrendű szögreléjének megszólalási tartományát (maximum és minimum szögérték), valamint hiszteréziszög tartományát (ejtőviszony) lehet állítani,
- automatikus és kézi indítású önellenőrző rendszerrel rendelkezik,
- nyolc LED ad információt a működésekről, és négy kimenő reléje van, amelyek közül bármelyik őntartásra is programozható,
- fénykábelen keresztül lehet programozni (beállítani),
- kezelése fénykábelen keresztül külső PC-vel (pl. laptop), vagy központi géppel történhet.

A fentiek alapján az alábbi négy típus rendelhető meg:

DTI2-ΩP-3f,
DTI2-ΩP-2f,
DTI2-ΩP-2f I_0 ,
DTI2-ΩP- $I_0 \varphi$,

Kivitel

A DTI2-ΩP védelem porvédett zárt acéldobozba beépített, mikroprocesszor által vezérelt, integrált áramköröket tartalmazó nyomtatott áramkört lapokon elhelyezett elektronika. A doboz Ω-sínbe bepattintható, a sínben elfoglalt szélességi mérete 120 mm.

A doboz előlapján 16 db sorozatkapocs helyezkedik el, amelyeken át a készülék külső csatlakoztatása elvégezhető. A fénykábel-csatlakozók a készülék előlapjának bal felső részén találhatók.

A védelem beállítása és jelzései

A védelem beállítása (paraméterezése), ellenőrzése, működési adatainak, eseményeinek és jelzéseinek kiirratása, szoftver mátrixának beállítása, illetve automatikus hibajelzéseinek (üzeneteinek) kezelése külső PC-vel vagy más külső géppel lehetséges. A PROTECTA kft a készülékkel együtt

rendelkezésre bocsát egy olyan *kezelő programot*, amellyel a kezelő műveletek elvégezhetők. A készüléket *interaktív* módon, menürendszer segítségével kell kezelni.

Műszaki adatok

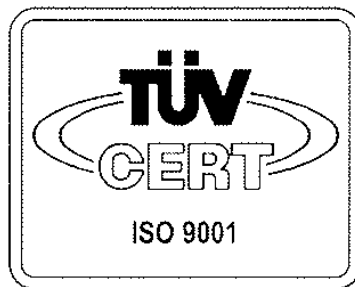
Névleges szekunder áram, I_n (rendeléskor kell megadni)	1 A, vagy 5 A,	
Tápláló főáramváltó primer névleges árama	50...1500 A, lépcső 25 A	
Tápláló zérussorrendű főáramváltó primer névleges árama áttétel gyűrűs áramváltó esetén	50...1500 A, lépcső 25 A 150/5 A	
Terhelhetőség, termikus, tartós 1 s	2x I_n 100x I_n (ha $I_n = 1$ A) 50x I_n (ha $I_n = 5$ A)	
Terhelhetőség, dinamikus	100x I_n	
Digitális áramrelék pontossága (50 % I_n felett)	± 2 %	
Digitális késleltetések pontossága	10 ms-os ± 3 ms 1 s-os ± 12 ms	
Áramrelék ejtőviszonya	95%	
Áramrelék beállítási tartománya (a tápláló áram- váltók primer névleges áramának százalékában) fázisrelék zérussorrendű relék gyűrűs áramváltó esetén	tartomány 50...2500 %, 10...104 %, 10...104 ‰,	lépcső 5 % 2 % 2 ‰
Késleltetések beállítási tartományai, áramrelék,	0...60000 ms,	10 ms
Külső kommunikáció	fénykábel	
Kommunikáció átviteli sebessége	150...19200 Baud (2x lépcsővel)	
Napi automatikus önellenőrzés időpontjának beállítási tartománya	0...23 óra 59 perc (egy perces lépcsővel)	
Automatikus önellenőrzés tiltása	beállítás 60 percre	
Kimenő érintkezők száma (mind mátrix-szal programozhatók)	4 db Schrack printrelé	
Kimenő érintkezők villamos adatai: névleges kapcsolási feszültség tartós terhelőáram bekapcsolási áram egyenáramú megszakítóképeség 220 V-nál, tiszta konduktív terhelésnél L/R = 40 ms-os terhelésnél	250 V 8 A 16 A 0,25 A 0,14 A	
Működtető egyenfesz. (ugyanazon tápegység)	220 V vagy 110 V feszültségtűrés 88...310 V	
Üzemi hőmérséklet	0°...50°C	
Szigetelési szilárdság (IEC 255)	2 kV, 50 Hz 5 kV, 1,2/50 μ s	
Zavarvédetség (IEC 255)	2,5 kV, 1 MHz	
Elektrosztatikus kisülés (ESD)	8 kV (IEC 801-2)	
Ismétlődő gyors tranziens (BURST)	2 kV (IEC 801-4)	

Méret

Szélesség	Magasság	Mélység
120 mm	90 mm	80 mm

Megrendeléshez szükséges adatok

- A védelem típusa [pl. DTI2-ΩP-2f I₀]
- Névleges áram [1 A, 5 A]
- Zérusrendű relék táplálása [főáramváltó, gyűrűs áramváltó]
- Irányított földzárlatvédelem esetén U₀ váltakozó feszültség névleges értéke.
- Egyenáramú (logikai) gyűjtősinvédelem érintkezője (ha erre szükség van) nyugalmi áramú vagy munkaáramú legyen-e?
- Ha üzemkésztség-ellenőrzésről (ÜKE) igény a kimenő érintkező, akkor K4 kimenő érintkezőt nyugalmi áramúnak kell rendelni.

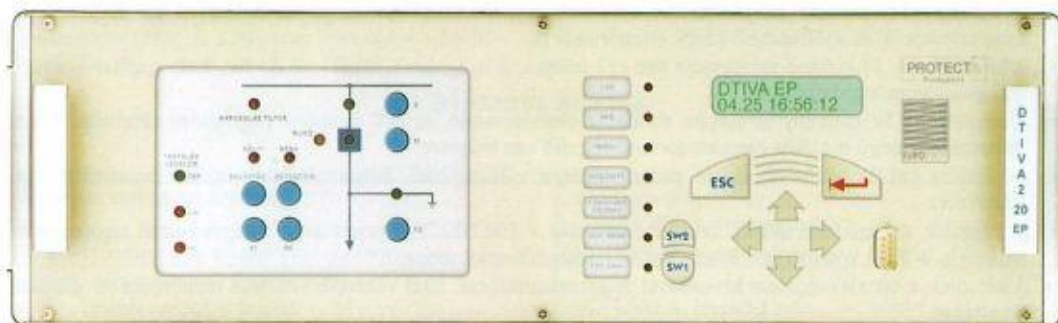


DTIVA2-20-EP

DIGITÁLIS TÚLÁRAMVÉDELEM VISSZAKAPCSOLÓ AUTOMATIKÁVAL



A DTIVA2-20-EP típusú komplex digitális túláramvédelem és visszakapcsoló automatika a PROTECTA kft. EuroProt márkanévű készülécsaládjának tagja. Ez az ismertető a készüléktípus specifikus adatait tartalmazza. Az EuroProt készülécsalád általános és közös jellemzői az EuroProt rendszerismertetőben találhatók. Ennek megfelelően a készülék teljeskörű megismeréséhez mind a jelen ismertető, mind a rendszerismertető tanulmányozása javasolt.



Alkalmazási terület

A DTIVA2-20-EP független késleltetésű, digitális, komplex túláramvédelme és háromlépcsős visszakapcsoló automatikája elsősorban olyan hatásosan nem földelt csillagpontú (középfeszültségű) hálózat szabadvezetékén alkalmazható, ahol a földzárlat szelektív érzékelése a hálózat csillagpontjába a földzárlat felleléte után néhány másodperccel be-

kapcsolódó áramnövelő ellenállás segítségével történik, és ahol a fáziszárlat a névleges áramot lényegesen meghaladó túlárammal jár, így túláramrelékkal szelektíven érzékelni lehet, továbbá ahol egyidejűleg többlépcsős visszakapcsoló automatika alkalmazása szükséges.

Főbb jellemzők

- A készülék védelmi része tartalmaz:
 - háromfázisú, független késleltetésű túláram-gyorsfokozatot ($I >>$),
 - háromfázisú, független késleltetésű, kisáramú túláramfokozatot ($I >$),
 - zérussorrendű, független késleltetésű túláram-gyorsfokozatot ($3I_0 >>$),
 - zérussorrendű, független késleltetésű, kisáramú túláramfokozatot ($3I_0 >$),
 - öntáp-rendszerű túláram-tartalékvédelmet.



Székhely: H-1158 Budapest, Késmárk u. 7.
Postacím: 1601 Budapest, Pf. 74.
Telefon: (36) 1 417-3472
Fax: (36) 1 417-3162
E-mail: protecta@mail.elender.hu.

- A készülék védelmi részének kiegészítő jellemzői:
 - paraméterezéssel külső zérussorrendű feszültségrelé ($U_0 >$) engedélyéhez köthető a két zérussorrendű túláram-fokozat működése.
 - késleltetések függetlenül állíthatók (kisáramú, gyors-, és gyorsított fokozatokra egyaránt),
 - rendelési opcióként kérhető a kisáramú zérussorrendű túláramrelé kiegészítése zérussorrendű teljesítmény-irányrelével ($3I_0 > S_0$).
- A készülék visszakapcsoló automatika része tartalmaz:
 - egy gyors visszakapcsoló automatika-ciklust (GVA),
 - két lassú visszakapcsoló automatika-ciklust (1.LVA, 2.LVA).
- A készülék visszakapcsoló automatika részének kiegészítő jellemzői:
 - programozható gyorsított vagy szelektív kioldásra az első, a GVA utáni, az 1.LVA utáni és a végleges kioldás,
 - minden egyes automatika ciklus külön-külön élesíthető és bénítható,
 - az automatika külön-külön programozható fázis- és földzárlatokra.
- A földzárlattartási programban végleges kioldáskor a zérussorrendű áram is indítja a földzárlati áramnövelő automatika (FÁVA) tiltást, így nem szükséges az $U_0 >$ körvezeték kiépítése, ahol ez még nem valósult meg.
- A készüléken két automatika-működési paramétercsomag állítható, hogy az *automatika üzemmódjának* változtatását kézzel vagy távirányítással könnyen meg lehessen valósítani.
- A készülék beállítható, hogy feszültség alatti munkavégzés (FAM) alatt $U_0 >$ -ra is kioldjon.
- A készülékben állandó és periódikus üzemkészésgellenőrzés van beépítve, beleértve az alapvédelmi áramváltókörök és a működtető körök ellenőrzését is.
- A készüléknek 14 kimenő érintkezője van (12 munka, 2 nyugalmi), ebből 6 db fix, 8 db *szofíver mátrix*-szal programozható bekötésű.
- A készülékbe 50 esemény tárolására alkalmas eseménynapló, és 300 esemény rögzítésére alkalmas, 1 ms felbontóképességű digitális eseménysorrend-rögzítő van beépítve.
- A készülék hat fix bekötésű, és két, programozással változtatható, felhasználóbarát optikai bemenettel van felszerelve.
- A készülék a frankfurti adóval is szinkronozható a PROTECTA gyártmányú világóra-vevő segítségével (típusjele WTS = World Time Synchronizer = világóra-szinkronozó).
- A készülék a tartalékvédelem kivételével mikroprocesszorok által vezérelt, kezelése menürendszer alapján lehetséges.

Működési elv

A készülék árambemenetei induktív közbenső áramváltókon és analóg aluláteresztő szűrőkön keresztül jutnak a multiplexerre, majd a mintavételezőre, ahol minden fázis és a zérussorrendű áram mintavételezése 0,5 ms-ként történik, és minden egyes túláramfokozat külön van alkalmazva mindegyik bemenő áramra.

A nyolc digitális túláramrelé késleltetései függetlenül állíthatók, és külön állíthatók a gyorsfokozatok késleltetései, a kisáramú fokozatok szelektív és gyorsított késleltetései.

A készüléken paraméterezéssel beállítható, hogy feszültség alatti munkavégzés (FAM) különleges üzemállapota (KÜA) alatt U_0 megjelenésére az erre beállított késleltetéssel kioldjon.

A készülékbe háromlépcsős visszakapcsoló automatika van beépítve, egy gyors visszakapcsoló automatika-ciklus (GVA), és két lassú visszakapcsoló automatika-ciklus (1. LVA, 2. LVA). Az egyes ciklusok külön élesíthetők és béníthatók. Az egyes kioldások programozhatók gyorsított vagy szelektív kioldásra, fázis- és földzárlatokra külön-

külön, de a végleges kioldás mindig szelektív, ha előtte nem volt még szelektív kioldás. Az automatika emlékezési ideje 5 s, fix beállítású.

A készüléken két beállítási paramétercsomag állítható, amelyekben a holtidőket kivéve az összes többi automatika-programozás két különböző variációban előre elvégezhető úgy, hogy az automatika üzemmódjának változtatását kézzel vagy távirányítással könnyen és gyorsan meg lehessen valósítani.

Tartalékvédelem hatására az automatika "végleges kioldás" jelzést ad ki, és az automatikát emlékezési időre letiltja.

Ha az automatika működésekor bármely visszakapcsolás után emlékezési időn belül nincs zárlat, az automatika alaphelyzetbe tér vissza.

Az automatikát külső engedélyező és bénító parancssal is lehet vezérelni. A bénított üzemállapot-ra a készülék tápfeszültség-kimaradás után is emlékezik.

Az automatika bénított állapotában az $I_{>>}$, $I_{>}$, $3I_{0>>}$ és $3I_{0>}$ relék megszólalására a védelem szelektív késleltetéssel végleges kioldást ad.

A készülék nyolc optikai csatolós bemeneti kapcsolóra vezérlő parancsokat lehet adni. Ebből hat fix parancs (kézi bekapcsolás, automatika bénítás, automatika engedélyezés, FAM kapcsoló, automatika tiltás, visszakapcsoló automatika külső indítás (pl. szakaszvédelemről), míg két kapcsolónak vezérlő parancsa programozható.

A védelmi egységek és időrelék, valamint a kimenő érintkezők közötti logikai kapcsolatokat *szoftver mátrix*-szal lehet programozni.

A készülék *állandó és periódikus üzemképességellenőrző rendszerrel* rendelkezik. A folyamatos ellenőrzés a tápfeszültség jelenlétét, az alapvédelmi áramváltókörök és a működtető körök épségét ellenőrzi. A szakaszos ellenőrzés a beállít-

tott időpontban naponta indul, illetve a paraméterezés alapmenü kontrol menüpontjában kézzel indítható. Mindkét ellenőrző rendszer hiba esetén hibajelzést és a kijelzőn automatikusan hibauzenetet ad.

Ha a védelem vagy az automatika működik, akkor az LCD kijelzőn ugyancsak *üzenet* jelenik meg.

A védelem-automatika működéseket a készülékbe beépített, 50 esemény tárolására alkalmas *eseménynapló*, és 300 esemény rögzítésére alkalmas, 1 ms felbontóképességű digitális *eseményrendrend-rögzítő* is tárolja. Az eseménynapló és az eseményrendrend-rögzítő soros vonalon hívható le.

A készülék teljesen független, öntáp rendszerű, KZT típusjelű *túláram-tartalékvédelem*-mel is kiegészíthető. A tartalékvédelem integrált áramkörökből felépített klasszikus elektronika.

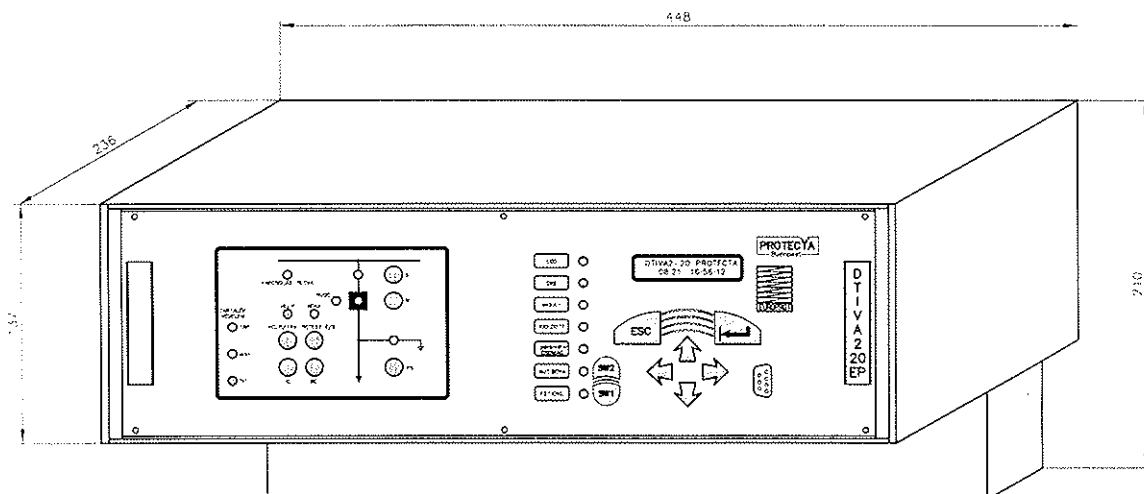
Műszaki adatok

Névleges szekunder áram, I_n	1 A, vagy 5 A, (rendeléskor kell megadni)	
Tápláló főáramváltó primer névl. árama	50...1500 A, lépcső 15 A	
Tápláló zérussorrendű főáramváltó primer névleges árama áttétel gyűrűs áramváltó esetén	50...1500 A, lépcső 15 A 150/5 A	
Terhelhetőség, termikus, tartós 1 s	$2 \times I_n$ $100 \times I_n$ (ha $I_n = 1$ A) $50 \times I_n$ (ha $I_n = 5$ A)	
Terhelhetőség, dinamikus	$100 \times I_n$	
Digitális áramrelék pontossága (50 % felett)	± 2 %	
Digitális késleltetések pontossága, 10 ms-os 1 s-os	± 3 ms	
	± 12 ms	
Áramrelék ejtőviszonya	95%	
Áramrelék beállítási tartománya (a tápláló áramváltók primer névleges áramának százalékában) gyors- és késleltetett fokozat zérussorrendű relék gyűrűs áramváltó esetén	tartomány	lépcső
	30...2500 %	5 %
	10...104 %	5 %
	10...104 ‰	5 ‰
Késleltetések beállítási tartományai, áramrelék, $U_0>$, MB, oszlopm.jelz.késl. U_0 ejt, MX0 2.tart., GVA holtidő, MX0 1.tart., 1.LVA, 2.LVA ÜKE jelzésekésleltetés	0...60000 ms	10 ms
	0...600 s	1 s
	0...60000 ms	10 ms
	0...600 s	1 s
	1...600 s	1 s
Automatika emlékezési idő, fix	5 s	
Külső kommunikáció	RS 232 vagy fénykábel	
Kommunikáció átviteli sebessége	150...19200 Baud (2x lépcsőkkel)	
Napi automatikus önellenőrzés időpontjának beállítási tartománya	0...23 óra 59 perc (egy perces lépcsőkkel)	
Automatikus önellenőrzés tiltása	beállítás 60 percre	

Kimenő érintkezők száma	14 db Schrack printrelé
ebből: alapvédelem kioldás	1 db munkaáramú
tartalékvédelem kioldás	1 db munkaáramú
automatikus bekapcsolás	1 db munkaáramú
tartalékvédelem kioldásjelzés	1 db munkaáramú
logikai gyűjtősinvédelem	1 db nyugalmi áramú
ÜKE	1 db nyugalmi áramú
kioldó mátrix-szal programozható	8 db munkaáramú (ebből 2 db közös hajtású)
Kimenő érintkezők villamos adatai:	
névleges kapcsolási feszültség	250 V
tartós terhelőáram	8 A
bekapcsolási áram	16 A
egyenáramú megszakítóképesség 220 V-nál,	
tiszta konduktív terhelésnél	0,25 A
L/R = 40 ms-os terhelésnél	0,14 A
Működtető egyenfesz. (ugyanazon tápegység)	220 V vagy 110 V feszültségtűrés 88...310 V
Üzemi hőmérséklet	0°...50°C
Szigetelési szilárdság (IEC 255)	2 kV, 50 Hz 5 kV, 1,2/50 µs
Zavarvédetség (IEC 255)	2,5 kV, 1 MHz
Elektrosztatikus kisülés (ESD)	8 kV (IEC 801-2)
Ismétlődő gyors tranziens (BURST)	2 kV (IEC 801-4)

Kivitel, méret

A DTIVA-2-20-EP típusú készülék az *EuroProt* család tagja, így kétféle kivitele van. A rack kivitel beilleszthető bármelyik szabványos 19"-os szekrénybe. A másik kivitel az önálló készülékdoboz. A készülékdoboz méreteit az alábbi körvonalaraj mutatja:



Megrendeléshez szükséges adatok

- A védelem típusa [DTIVA2-20-EP]
- Névleges áram [1 A, 5 A]
- Zérussorrendű relék táplálása [főáramváltó, gyűrűs áramváltó]
- Szükség van-e irányított földzárlatvédelemre.
- $U_0 >$ külső relé helyett U_0 váltakozó feszültség a készülékre bekötve?
- Egyenáramú (logikai) gyűjtősinvédelem érintkezője nyugalmi áramú vagy munkaáramú legyen-e?

SIPROTEC **easy** 7SJ46 típusú

digitális túláram/idő-védelem

Alkalmazási terület

Az SIPROTEC easy 7SJ46 típusú védelmi készülék digitális túláram/idő védelmi készülék és egyoldali betáplálású elosztóhálózatokban vezeték- és transzformátorvédelemként (tartálékvédelem) alkalmazható. Az IEC és ANSI szerinti függő és független túláram/idő védelmi funkciókat nyújtja. A SIPROTEC easy 7SJ46 típusú készülék rugalmasan alkalmazható, mivel széles tartományú tápegységének méretezése majdnem az összes AC és DC segéd feszültségről való táplálásra alkalmassá teszi. A védelmek inicializálását fázis-szelektíven LED-ek jelzik ki.

Konstrukciós kialakítás

A védelmi készülék karbantartásmentes, kompakt kivitelben az összes rendszerelemet tartalmazza, úgy mint:

- mérőjel érzékelés és kiértékelés
- jelzés- és parancskiadás
- kezelés és kijelzés (PC nélkül)
- széles tartományú tápegység AC és DC segéd feszültségekhez
- karbantartásmentes (nem tartalmaz telepet)

Tokozat

A tokozat akkorára lett méretezve, hogy a SIPROTEC easy típusú készülékek rendszerint beleilleszkedjenek a már meglévő kapcsolótábla kivágásokba. Alternatívaként kalapsínre is felszerelhető. A páralecsapódás-álló kivitelű védelmi készülék még a szélsőségesen nagy páratartalmú, legzordabb környezeti feltételek mellett is alkalmazható.

Korszerű mérési eljárás

A digitális mérési érték feldolgozás folytán messzemenően kiszűrésre kerül a nagyobb frekvenciájú kiegyenlítési folyamatok és a transziens egyenáramú összetevők hatása. A mérési eljárás az elektromechanikus relék viselkedését emulálja, miáltal a létesítményekben gondmentesen hozható létre vegyes üzem.

Állandó önfelügyelet

A védelmi készülék üzeme során folyamatosan felügyeli a hardvert és a szoftvert, ami igen nagyfokú üzembiztonságot garantál.

Egyszerűen és gyorsan beállítható

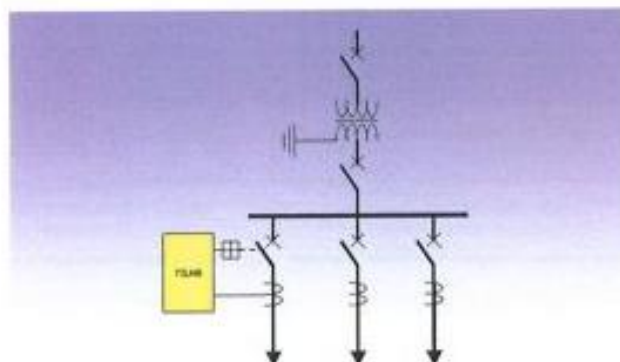
A védelmi funkciók beállítása integrált DIP-kapcsolókkal történik, miáltal a készülékeket igen kis időráfordítással lehet üzembe helyezni.



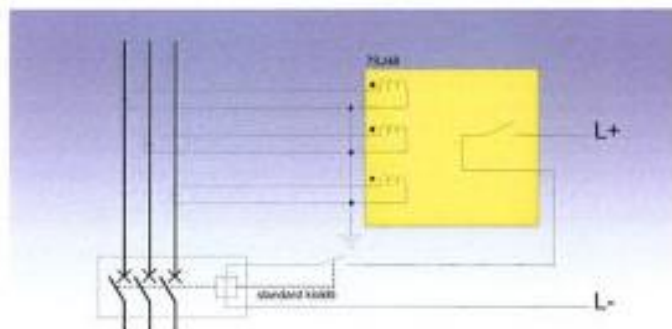
1. ábra: SIPROTEC **easy** 7SJ46 2. ábra: Csavaros kapcsok



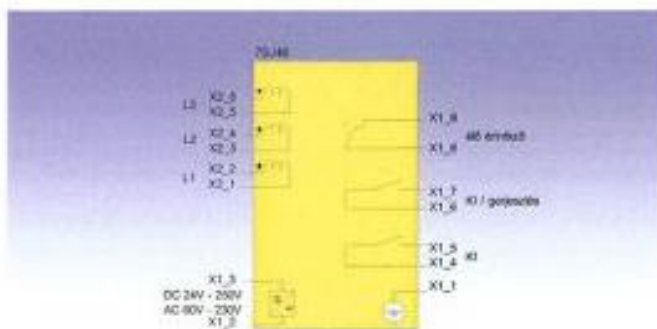
3. ábra: Alkalmazási példa: elosztóállomás



4. ábra: Jellemző alkalmazási eset

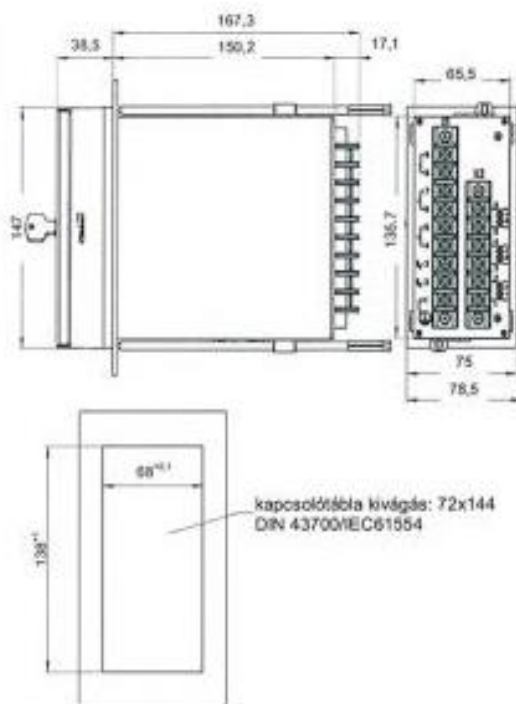


5. ábra: 3 áramváltós kapcsolás



6. ábra: 7SJ46 kapcsolási rajza

Digitális túláramvédelem															
SIPROTEC ^{easy} 7SJ46															
Rendelési szám:	7SJ46	0	-	1				0	0	-		A	A	0	
Áramváltó: L _N															
1A		1													
3A		5													
Konstrukciós kialakítás															
Kélsínre szerelhető						B									
Szerelőlapra csöveszhető					E										
Régióspecifikus funkciókialakítások															
Régió világ, 50/60Hz; alapszállás								A							
Régió világ, 50/60Hz; párhuzamosítás-480								B							
IEC / ANSI															
IEC												0			
ANSI												1			



7.ábra: Körvonalrajzok

Műszaki adatok:

Általános közlőadatok

Árambemenetek

Névleges frekvencia f_N	50 Hz vagy 60 Hz (beállítható)
Névleges áram, földáram normál IN	1 A vagy 5 A
Teljesítményfelvétel	
– fázisonként, ha $I_N = 1$ A	kb. 0,01 VA - I_N -nél
– fázisonként, ha $I_N = 5$ A	kb. 0,2 VA - I_N -nél
Áramút terhelhetősége	
– termikusan (effektív)	100- I_N 1 s ideig 30- I_N 10 s ideig 4- I_N tartósan
– dinamikusan (csúcsérték)	250- I_N egy félhullám idejére

Segéd feszültség

Bemenőfeszültség tartomány	24 V DC ... 250 V DC (+/- 20%) 60 V AC ... 230 V AC (-20%, +15%)
Teljesítményfelvétel	DC táplálás: kb. 1,5 W AC táplálás: kb. 3 VA, ha $U_H = 110$ V kb. 5,5 VA, ha $U_H = 230$ V

Kimenetrelé

Száma	2 (zárt), 1 átirányított
Kapcsolási teljesítmény	BE 1000 W/VA KI 30 VA 40 W ohmos 25 VA, ha $U_R < 50$ ms
Kapcsolási feszültség	<250 V DC III. <240 V AC
Érintkezésként engedélyezett áram	5 A folytonosan 30 A 0,5 s ideig (bekapcsolási áram)

Villamos vizsgálatok

Előírások

Szabványok	IEC 60255 (termékszabványok) ANSI C37.90.0 V.1/2; UL508 A további előírásokkal lásd az egyedi funkcióknál
------------	---

Szigetelési vizsgálatok

Szabványok	IEC 60255-5
Feszültségvizsgálat (darabvizsgálat) összes áramkör, segédfesz. kivétel	2,5 kV (eff), 50 Hz, 1 min
Feszültségvizsgálat (darabvizsgálat) segédfeszültség és védővezető között	3,5 kV DC, 30 s, mindkét polaritás
Feszültségvizsgálat (típusvizsgálat) - nyitott parancsok érintkezők között - nyitott és érintkezők között	1,5 kV (eff), 50 Hz, 1 min 1,0 kV (eff), 50 Hz, 1 min
Lökfeszültség vizsgálat (típusvizsgálat) összes áramkör, III. osztály	5 kV (csúcs); 1,2/50 µs; 0,5 J; 3 pozitív és 3 negatív lökés 1 s-os időközönként

UL leltározás

Leltározási szám: 89CA*

EMC vizsgálatok

Zavarérzékenységi EMC vizsgálatok (típusvizsgálatok)

Szabványok	IEC 60255-6, IEC 60255-22, EN 50263 (termékszabványok) EN 50082-2 (szabvány alapszabv.) EN 61000-6-2 IEC 61000-4 (alapszabványok)
Nagyfrekvenciás vizsgálat IEC 60255-22-1, III. osztály	2,5 kV (csúcs); 1 MHz; $\tau = 15$ ns; R_L = 200 Ω; 400 lökés/s; vizsgálati időtartam ≥ 2 s
Statikus villamos kisülés IEC 60255-22-2, III. osztály EN 61000-4-2, III. osztály	4 kV/8 kV kisülés érintkezés útján; 8 kV légkisülés; mindkét polaritás; 150 pF; $R_L = 330$ Ω
Beszűrés amplitúdó modulált NF-térrel IEC 60255-22-3 és IEC 61000-4-3, III. osztály	10 V/m; 80 MHz ... 1000 MHz; 80 %; 1 kHz; AM
Beszűrés amplitúdó modulált NF-térrel IEC 61000-4-3/ENV 50204, III. osztály	10 V/m; 900 MHz; ismétlődési frekvencia 200 Hz; bekapcsolási időtartam 50 % 30 V/m; 1890 MHz; ismétlődési frekvencia 200 Hz; bekapcsolási időtartam 50 %
Gyors tranzienst zavarmentességek/Burst IEC 60255-22-4 és IEC 61000-4-4, IV. osztály	4 kV; 5/50 ns; 5 kHz; Burst-hossz = 15 ms; ismétlődési ráta 300 ms; mindkét polaritás; $R_L = 50$ Ω; Prüfdauer 1 min
Nagy energiataktalmú lökfeszültségek (SURGE), IEC 61000-4-5 III. szigetelési osztály segédfeszültség	impulzus: 1,2/50 µs
merőbemenetek, kétállapotú kimenet	hosszirányba: 2 kV; 12 Ω, 9 µF keresztirányba: 1 kV; 2 Ω, 18 µF hosszirányba: 2 kV; 42 Ω, 0,5 µF keresztirányba: 1 kV; 42 Ω, 0,5 µF
Vezetéken terjedő amplitúdómodulált NF-jelek IEC 60255-22-6 és IEC 61000-4-6, III. osztály	10 V; 150 kHz ... 80 MHz; 80 %; 1 kHz; AM; $R_L = 150$ Ω

Műszaki energiatárolási frekvenciájú mágneses tér IEC 61000-4-8, IV. oszt. IEC 60255-6	30 A/m folytonosan; 300 A/m 5 s ideig; 50 Hz 0,5 mT; 50 Hz
Csillapított rezgések IEC 60634, IEC 61000-4-12, III. osztály	2,5 kV (csúcsérték), váltakozó polaritás; 100 kHz, 1 MHz, 10 MHz és 50 MHz; időtartam ≥ 2 s; $R_L = 200$ Ω
Nagyfrekvenciás lökhullámú szűrés ANSI/IEEE C37.90.1 nem nyitott érintkezők között	2,5 bis 3 kV (csúcsérték); 1 ... 1,5 MHz csillapított hullám; 50 lökés; időtartam ≥ 2 s; $R_L = 150$ Ω ... 200 Ω
Gyors tranzienst lökhullámú szűrés ANSI/IEEE C37.90.1 nem nyitott érintkezők között	4 kV ... 5 kV; 10/150 ns; 50 és 120 impulzus/s; mindkét polaritás; időtartam ≥ 2 s; $R_L = 80$ Ω
Külső elektromágneses interferencia ANSI/IEEE C37.90.2	35 V/m; 25 MHz ... 1000 MHz amplitúdó- és impulzusmodulált

Zavar kibocsátási EMC vizsgálatok (típusvizsgálatok)

Szabványok	EN 50081-2 (szabvány alapszabvány)
Rádió térférség vezetékeken, csak segédfeszültség IEC CISPR 22, EN 55022, DIN EN VDE 0878 Teil 22,	150 kHz ... 30 MHz B határértékosztály
Rádió térférség IEC CISPR 22, EN 55022, VDE 0878 Teil 22	30 MHz ... 1000 MHz B határértékosztály

Mechanikai vizsgálatok

Rezgés- és rázkódás-igénybevétel telepített alkalmazásnál

Szabványok	IEC 60255-21 és IEC 60068-2
Rezgés IEC 60255-21-1, 2. osztály IEC 60068-2-6	szinusz alakú 10 Hz ... 60 Hz; $\pm 0,075$ mm amplitúdó; 60 Hz ... 150 Hz; 1 g gyorsulás frekvencia átseprés 1 oktáv/min 20 ciklus három, egymásra merőleges tengely irányába
Rázkódás IEC 60255-21-2; 1. osztály	fél szinusz alakú 5 g gyorsulás, időtartam 11 ms, a 3 tengely mindkét irányába 3-3 rázkódás
Földrengésnél fellépő rezgés IEC 60255-21-3; 1. osztály IEC 60068-3-3	szinusz alakú 1 Hz ... 8 Hz; $\pm 4,0$ mm amplitúdó (vízszintes tengelyek) 1 Hz ... 8 Hz; $\pm 2,0$ mm amplitúdó (függőleges tengely) 8 Hz ... 35 Hz; 1 g gyorsulás (vízszintes tengely) 8 Hz ... 35 Hz; 0,5 g gyorsulás (függőleges tengely) frekvencia átseprés 1 oktáv/min 1 ciklus 3, egymásra merőleges tengely irányába

Rezgés- és rázkódás-igénybevétel szállításkor (beépített változat)

Szabványok	IEC 60255-21 und IEC 60068-2
Rezgés IEC 60255-21-1, 2. osztály IEC 60068-2-6	szinusz alakú 5 Hz ... 8 Hz; $\pm 7,5$ mm amplitúdó; 8 Hz ... 150 Hz; 2 g gyorsulás frekvencia átseprés 1 oktáv/min 20 ciklus 3, egymásra merőleges tengely irányába
Rázkódás IEC 60255-21-2; 1. osztály IEC 60068-2-27	fél szinusz alakú 15 g gyorsulás, időtartam 11 ms, a 3 tengely mindkét irányába 3-3 rázkódás
Tartós rázkódás IEC 60255-21-2; 1. osztály IEC 60068-2-29	fél szinusz alakú 10 g gyorsulás, időtartam 16 ms, a 3 tengely mindkét irányába 1000- 10000 rázkódás

Klimatikus igénybevételek

Hőmérséklet

Üzemi hőmérséklet	-20 °C ... +70 °C ha a folyamatos áram I_N -20 °C ... 55 °C
Tárolási határhőmérséklet	-25 °C ... +55 °C
Szállítási határhőmérséklet	-25 °C ... +85 °C

Páratartalom

Engedélyezett párhánybevitel (standard kivétel)	éves átlagban $\leq 75\%$ relatív párat., és 30 napján max. 95 % relatív páratart.; páralecsapódás nem eng.
Engedélyezett párhánybevitel (páralecsapódás-álló)	IEC 60554-1, III. osztály szerint eng. páralecsapódás

Konstrukciós kialakítás

Tokozat	kapcsolótáblába beépíthető tokozat DIN43700/IEC61554 kalapsínre szereléshez átlakilitható (csak helyszíni szereléshez)
Méretok (SzéxMaxMé)	78,5x147x205,8 (beleértve az átjáró nyíl és a csatlakozókat is)
Tömeg kb.	1 kg
Tokozat védeltsége IEC 60529 szerint	
elől	IP 51
hátról	IP 20
személyek védelme	IP 1X

Túláram/Idő-védelem

Beállítási tartományok/lépcsőzések (UMZ) Függő túláram-Idő-védelem (DT Q/C 50/51)

Áraminicializálás I>> (fázisok)	$2 I_N \dots 20 I_N$ vagy hatástalan, lépcsőzések $0,5 I_N$
Áraminicializálás I> (fázisok)	$0,5 I_N \dots 6,2 I_N$ vagy hatástalan, lépcsőzések $0,1 I_N$
Áraminicializálás IE> (számlított föld)	$0,5 I_N \dots 6,2 I_N$ vagy hatástalan, lépcsőzések $0,1 I_N$
Késleltetési idő T>>	0 ... 1575 ms, lépcsőzések 25 ms
Késleltetési idő T>	0 ... 6300 ms, lépcsőzések 100 ms

A beállított idő T> és késleltetési idő T> jelentenek.

Beállítási tartományok/lépcsőzések (AMZ) Függő túláram-Idő-védelem (IEC 51 bzw. ANSI 51)

Áraminicializálás Ip (fázisok)	$0,5 I_N \dots 4 I_N$ vagy hatástalan, lépcsőzések $0,1 I_N$
Áraminicializálás IEp> (számlított föld)	$0,5 I_N \dots 4 I_N$ vagy hatástalan, lépcsőzések $0,1 I_N$
Késleltetési idő TIp (IEC)	0,05 ... 3,15 s, lépcsőzések 0,05 s
Késleltetési idő D (ANSI)	0,5 ... 15,00 s, lépcsőzések 0,25 s

Értékesítési és szállítási feltételek

Belföldi üzletkötések esetében

A feltételeket a Siemens RI PG-PTD
Ágazatával kell egyeztetni.

Külföldi üzletkötések esetében*

A villamosipari termékekre és szolgáltatásokra
vonatkozó "Általános szállítási feltételek"
valamint az árjegyzék átvételével megkötött
egyéb megállapodások érvényesek.

A szállító fenntartja a közölt értékek, méretek
és tömegadatok megváltoztatásának jogát,
amennyiben a jelen katalógus egyes helyein
erre vonatkozóan más irányú információ nem
található.
A közölt ábrák a gyártóra semmilyen
kötelezettséget sem jelentenek.
Az árváltoztatás jogát fenntartjuk. A számlázás
mindig a szállítási időpontjában érvényes árak
szerint történik.

Export-előírások*

A jelen katalógusban felsorolt termékekre az NSZK és az USA jelenlegi
export-rendelkezései nem tartalmaznak kivételi engedélyre vonatkozó előírást.
A termékek felhasználási célja és végső rendeltetési helye folytán azonban
országspecifikus kivételi engedélyeztetési kötelezettség állhat fenn. Az
esetleges kivételi ill. reexport engedély szempontjából mértékközlőnek
a szállítóévén és a számlán megadott export-megjelölések tekintendők.
A katalógusadatok változtatásának jogát fenntartjuk.

* Németországból kiinduló exportra vonatkozóan.

Megszólalási idő

Hőbra történő rákapcsoláskor	kb. 38 ms
------------------------------	-----------

Égési viszony

Égési viszony	kb. 0,95 U _M (DT Q/C 50/51) esetén kb. 0,91 AMZ (IEC 51 ill. ANSI 51) esetén
---------------	---

Törések

UMZ (DT Q/C 50/51)

Áraminicializálások I>>, I>, IE>	beállított érték 5 %-a, ill. I_N 5 %-a (ha a küszöb $< I_N$)
Késleltetési idő T	1 % ill. 30 ms

AMZ (IEC 51 bzw. ANSI 51)

Inicializációs küszöbök	beállított érték 5 %-a, ill. I_N 5 %-a (ha a küszöb $< I_N$)
Időbeli lefutás, ha $2 \leq I_p \leq 20$	5 % ill. 50 ms

A mérési érték eltérése különböző befolyásoló tényezők hatására

Frekvencia a $0,95 < f/f_N < 1,05$ tart.-ban	$< 2,5\%$
Frekvencia a $0,9 < f/f_N < 1,1$ tart.-ban	$< 10\%$
Felharmonikusok max. 10% 3. és 5. harmonikus	$< 1\%$
Egyenáramú összetevők	$< 5\%$
DC segéd feszültség a $0,8 \leq U_d/U_{dN} \leq 1,2$ tartományban	$< 1\%$
AC segéd feszültség a $0,8 \leq U_d/U_{dN} \leq 1,15$ tartományban	$< 1\%$
Hőm. a -5°C ... 70°C tartományban	$< 0,5\%/10\text{ K}$

CE megfelelés, előírások

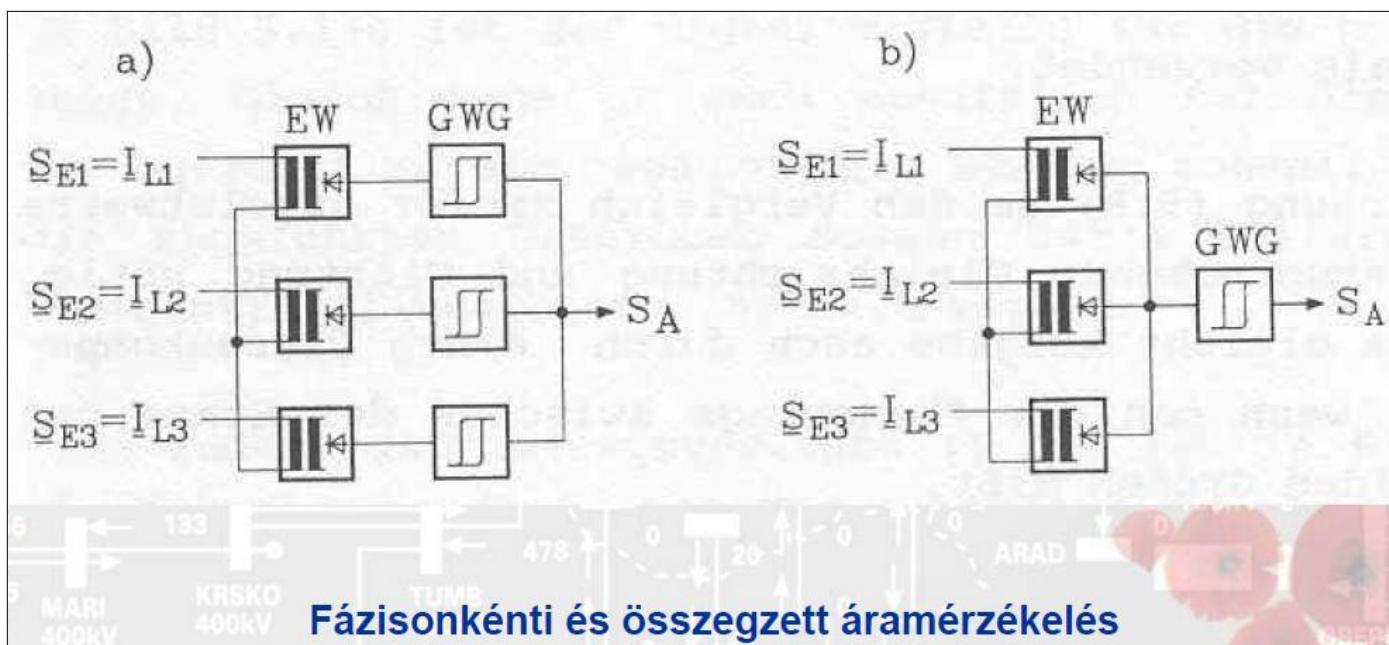
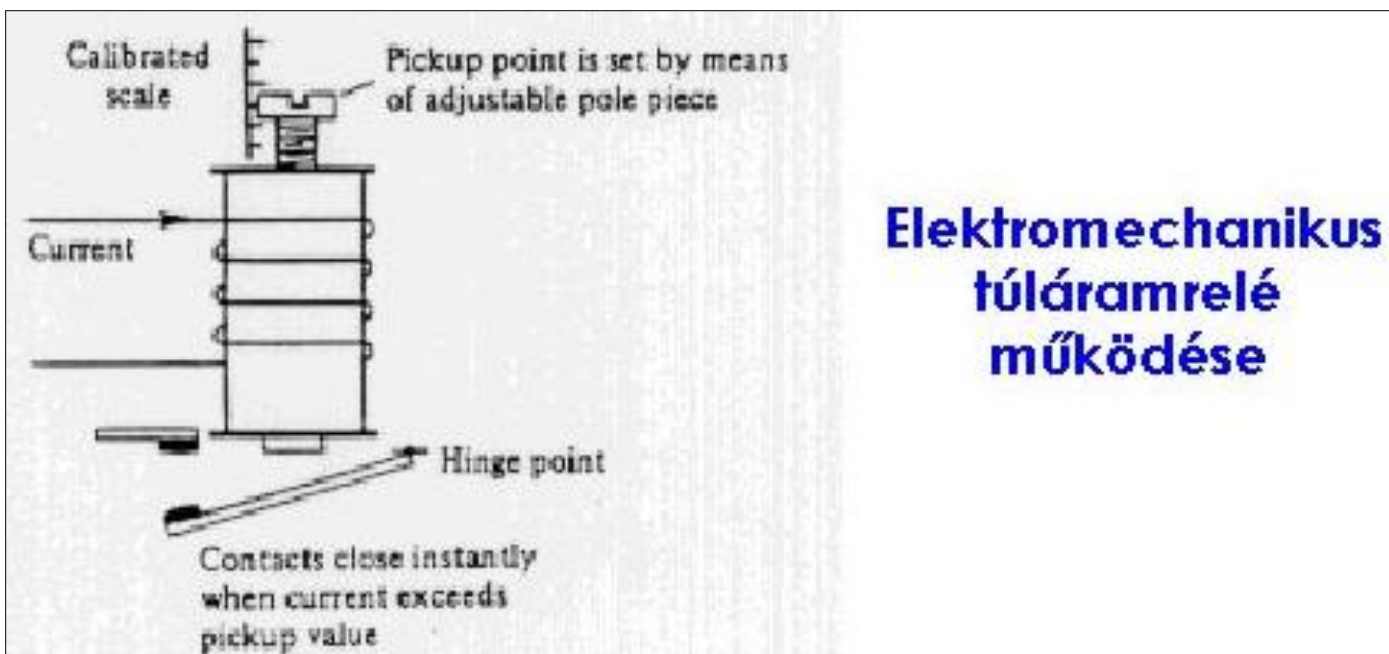
A termék eleget tesz az Európai Közösség Tanácsának a tagállamok EMC
elektromágneses összeférhetőségre vonatkozó jogi előírásai
összehangolására vonatkozó irányelvben foglalt rendelkezéseknek
(89/336/EGK számú EMC-irányelv). A termék összhangban van az IEC 60255
számú szabványokban foglaltakkal. A készülék fejlesztése és gyártása az
EMC-szabvány szerinti ipari szférában való alkalmazásra történik.
Ez a megfelelés annak a vizsgálatnak az eredménye, amelyet a Siemens
AG az irányelv 10. cikkelye szerint az EN 50081-2 és EN 50082-2 szakmai
alapszabványokkal összhangban végzett el.

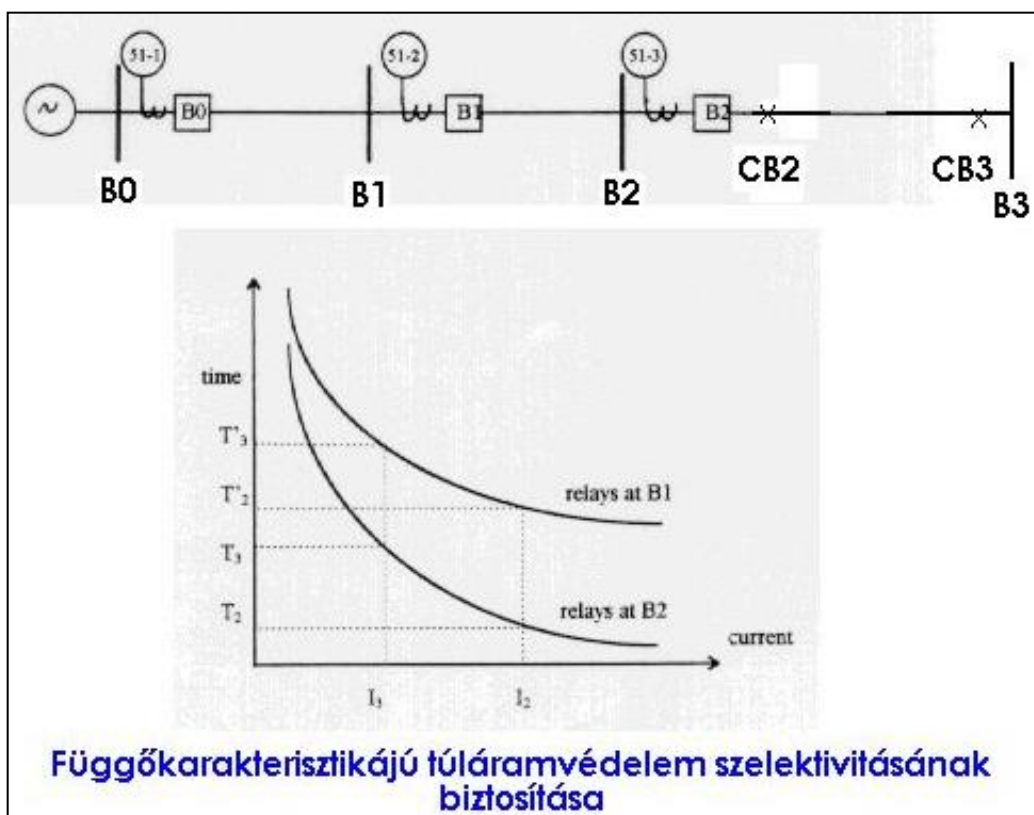
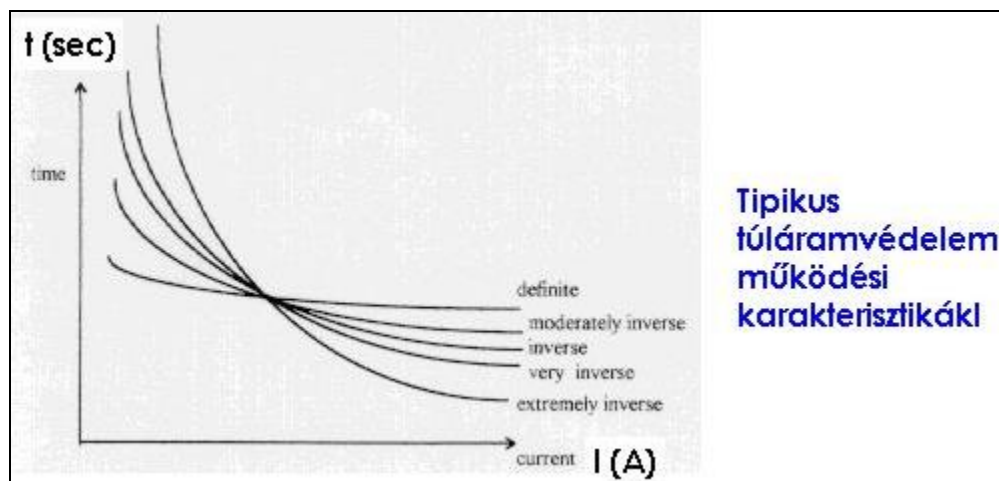
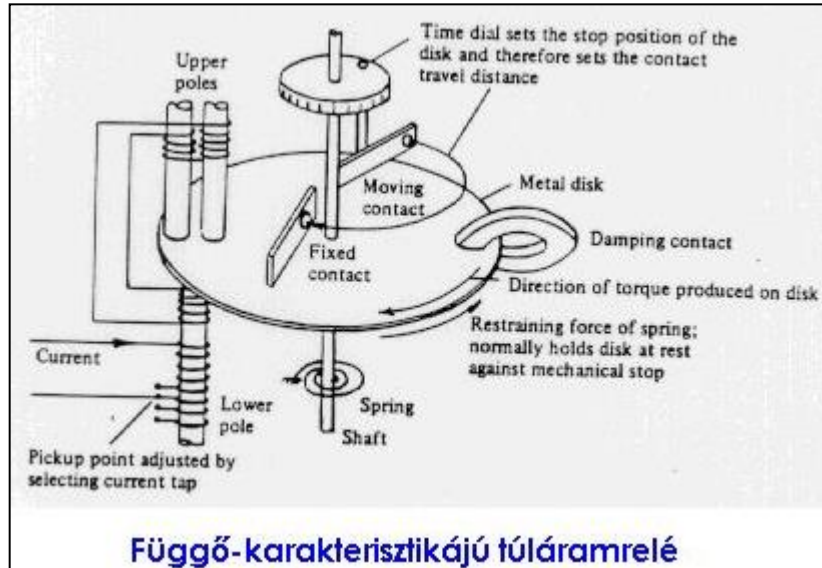
Termék-elnevezések

Az összes termék-elnevezés a Siemens AG vagy más beszállító vállalat
bejegyzett áruvédjegye vagy termékneve.

Méretek

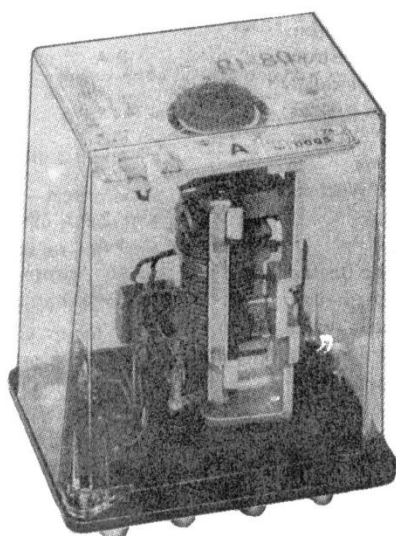
A jelen katalógusban megadott összes méret mm-ben értendő.





UNVERZÜGLICHES ÜBERSTROMRELAIS

Typ RI-80



ANWENDUNG

Die unverzüglichen Überstromrelais sind für den Schutz der Elektroeinrichtungen gegen den Überlastungen und Kurzschlussfolgen bestimmt. Sie sind dem Betrieb in Sekundärkreisen des elektroenergetischen Schutz angepasst.

AUFBAU

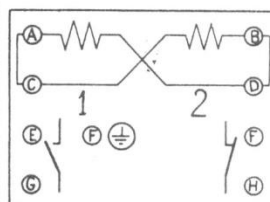
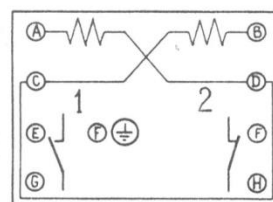
Die Konstruktion ist an einem Elektromagnetprinzip angelehnt, und besteht aus: einem Elektromagnet, Bewegungssystem, Stellsystem, Kontaktsatz, und einem Sockel mit Bananenstecker. Die Relaiselemente sind auf einem auf dem Sockel befestigten Rahmen montiert. Auf der Stirnplatte befindet sich ein Knebelgriff für die Einstellung des gewünschten Spannungswertes. Die Erregerwicklung besteht aus einer Spule mit zwei Wicklungen, die in Reihe oder parallel geschaltet werden können.

Die Schaltungsweise zeigen die Zeichnungen.

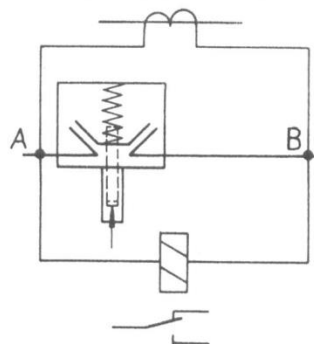
Die Relais sind ohne oder mit Thermoplaste-Gehäuse ausgeführt.

Das Gehäuse mit Steckdose ist für die Befestigung auf die Tafel, mit einer Leitungszuführung von hinten oder von vorne, angepasst.

Reihenschaltung: Klemmen 1A und 2B Spulenanschluss; Klemmen 1C und 2D mit Leitungen kurzgeschlossen



Parallelschaltung: Klemmen 1A und 2B Spulenanschluss; Klemmen 1C und 2D sowie 2B und 2D mit Leitungen kurzgeschlossen



Schaltplan des Kurzschliessers

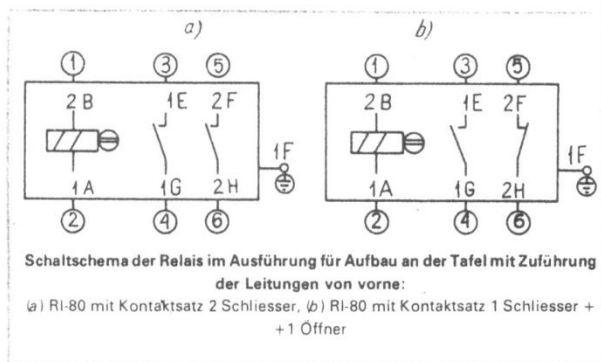
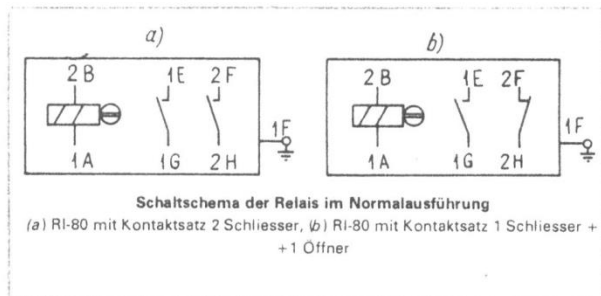
Die Steckdose ist mit einem Kurzschlussstecker versorgt, welcher nach dem Herausziehen des Relais aus der Steckdose den Sekundärkreis des Wandlers kurzschließt.

Der Schaltplan des Wandlers wurde in der Zeichnung unterbrochen.

WIRKUNGSWEISE

Sobald der Strom den auf der Skala eingestellten Wert erreicht, erfolgt eine Umdrehung des Bewegungssystems und die Umschaltung des Kontaktes. Diese Funktion wird durch den Ansprechzeiger signalisiert. Sobald der Strom den mit dem Rücklauffaktor bestimmten Wert erreicht, wird durch die Rückschlagfeder die Rückkehr des Bewegungssystems in die Anfangslage verursacht.

Die Rückkehr des Ansprechanzeigers bis in die Ausgangslage wird von Hand vorgenommen.



TECHNISCHE DATEN

Lfd Nr	Strombereiche	Nennstrom	Nennleistungsentnahme	Leistungsentnahme bei unterer Einstellung	Leistungsentnahme bei oberer Einstellung	Eingekundete Wärme fertig keit	Spulenschaltung
	A	A	V · A	V · A	V · A	A	
1	0,25÷0,5	0,5	5,5	1,6	5,5	30	x1
	0,5÷1	1	5,0	1,6	5,0	60	x2
2	0,5÷1	1	6,0	1,8	6,0	45	x1
	1÷2	1	1,8	1,8	6,0	90	x2
3	1÷2	1	2,5	2,5	8,0	90	x1
	2÷4	1	0,6	2,5	8,0	180	x2
4	2,5÷5	5	6,0	1,8	6,0	200	x1
	5÷10	5	1,8	1,8	6,0	400	x2
5	5÷10	5	2,0	2,0	6,5	400	x1
	10÷20	5	0,4	2,0	6,5	500	x2
6	10÷20	5	0,5	2,2	8,0	500	x1
	20÷40	5	0,6	2,2	8,0	500	x2
7	25÷50	5	0,8	5,2	20,5	500	x1
	50÷100	5	0,2	6,2	25,5	500	x2

*1 – Reihenschaltung der Spulen

*2 – Parallelschaltung der Spulen

Nennfrequenz

Graduierungsfehler:

– für Bereiche 0,25÷20 A

– für Bereich 10÷100 A

Streuung

Ansprechzeit bei 2 · I_{Einst.}

Rückkehrzeit

Rückkehrfaktor k_p

Dynamische Beständigkeit

50/60 Hz

±2,5%

±5%

5%

≤0,06 s

<0,1 s

≥0,85

gleich sich 2,5 x vom Spitzenwert des Stromes, und entspricht der Wärmetestigkeit 1 sekunde Art der Herstellung wie in der angegebene Tabelle

Dauerbelastung

– für Bereiche bis 20 A

– für Bereiche über 20 A

Anzahl und Art der Kontakte

oberer Skalenbereich

20 A

1 Schliesser+1 Öffner

oder 2 Schliesser

Nennkontaktbelastbarkeit:

– Kreisschliessen bei

220 V Gleichstrom

und Wechselstrom

2 A

– Öffner des induktiv

belasteten Kreises:

bei 220 V Gleichstrom

L/R=40 ms

0,12 A

bei 220 V Wechselstrom

cos φ=0,4

2 A

– dauerhaft

1 A

Mechanische Beständigkeit

Schaltungsdauerhaftigkeit

Widerstandsfähigkeit gegen

Stöße und Schwingungen bei:

– Schwingungen mit einer

Frequenz von 10÷50 Hz

oder 20÷60 Hz

1 g_n

– Schütterungen mit einer

Frequenz von 80/min

2 g_n

Prüfspannung der Wicklung

gegenüber dem Gehäuse

2 kV; 50 Hz

Prüfspannung der

Kontaktunterbrechung

Isolationsklasse

1 kV; 50 Hz

Gehäuseschutzgrad

E

Betriebstemperatur

IP 40

Relative

Feuchtigkeit bis 20°C

–10...+45°C

Masse mit Gehäuse

≤80%

Masse ohne Gehäuse

~0,6 kg

Bezeichnung für die

Bestellung der Relais RI-80

0,4 kg

Tabelle

DATEN FÜR BESTELLUNG

Unverzügliches Überstromrelais Typ RI-80

Kontakte	Strombereiche	Normalausführung ohne Gehäuse und Fassung	Ausführung im Gehäuse mit Fassung für Anklemmen der Leitungen	
			von hinten	von vorne
	A	Ausführungs Nr	Ausführungs Nr	
1	2	3	4	5
IS+10	0,25÷0,5/0,5÷1	705.000.01.011	705.001.00.011	705.002.00.011
	0,5÷1/1÷2	705.000.01.021	705.001.00.021	705.002.00.021
	1÷2/2÷4	705.000.01.031	705.001.00.031	705.002.00.031
	2,5÷5/5÷10	705.000.01.041	705.001.00.041	705.002.00.041

1	2	3	4	5
1S+10	5+10/10+20	705.000.01.051	705.001.00.051	705.002.00.051
	10+20/20+40	705.000.01.061	705.001.00.061	705.002.00.061
	25+50/50+100	705.000.01.071	705.001.00.071	705.002.00.071
2S	0,25+0,5/0,5+1	705.000.01.081	705.001.00.081	705.002.00.081
	0,5+1/1+2	705.000.01.091	705.001.00.091	705.002.00.091
	1+2/2+4	705.000.01.111	705.001.00.111	705.002.00.111
	2,5+5/5+10	705.000.01.121	705.001.00.121	705.002.00.121
	5+10/10+20	705.000.01.131	705.001.00.131	705.002.00.131
	10+20/20+40	705.000.01.141	705.001.00.141	705.002.00.141
	25+50/50+100	705.000.01.151	705.001.00.151	705.002.00.151

Beispiel der Bestellung

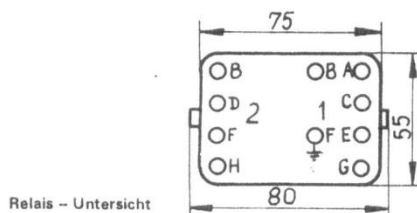
Überstromrelais, unverzögert, Typ RI-80 Strombereiche 5 – 10/10 – 20 A, 2 Schliesskontakte, im Gehäuse mit Sockel für Anklemmung der Leitungen von vorne.

Relais RI-80 Nr 705.002.00.131

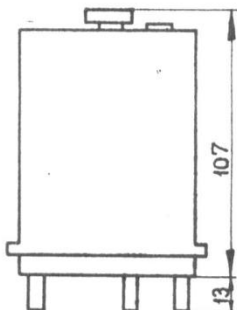
ZUSÄTZLICHE DATEN

Die Katalog – Nummern für die Steckfassungen für Relais RI-80:

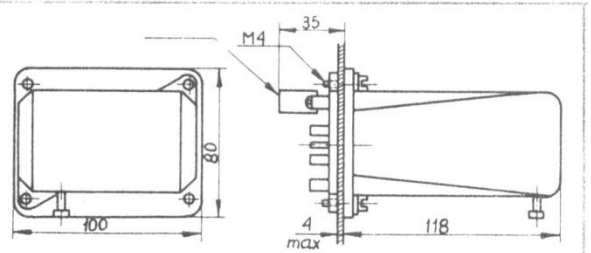
- für Aufbau an der Tafel
(Zuführung der Leitungen von hinten) 334.010.00.1
- für Aufbau an der Tafel
(Zuführung der Leitungen von vorne) 434.029.00.1
- Klemmen – Deckel
(für Steckfassungen Nr 434.029.00.1) 191.013.00.1



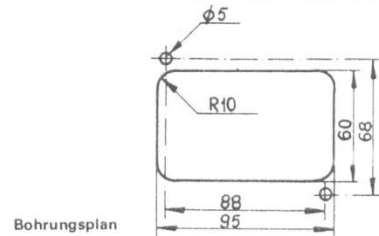
Relais – Untersicht



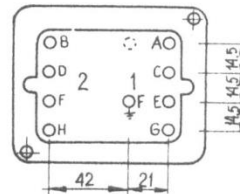
Ausmasseskizze der Relais RI-80 Normalausführung ohne Gehäuse und Fassung



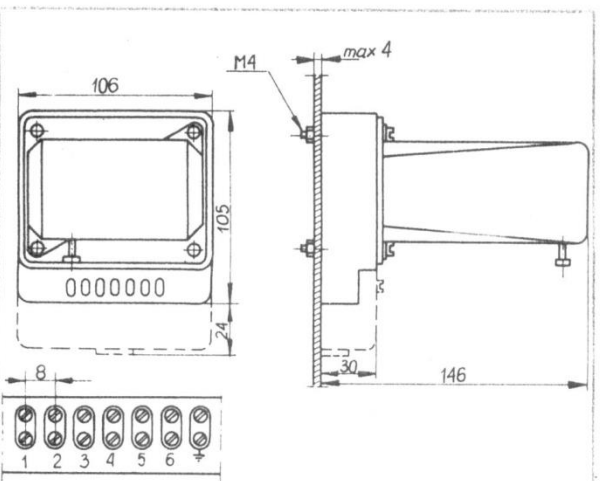
Ausmasseskizze. Ausführung mit Fassung für Aufbau an der Tafel (Zuführung der Leitungen von hinten):
(a) Kurzschliessers



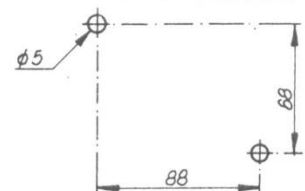
Bohrungsplan



Klemmenbezeichnung
(Aussicht von hinter Seite)

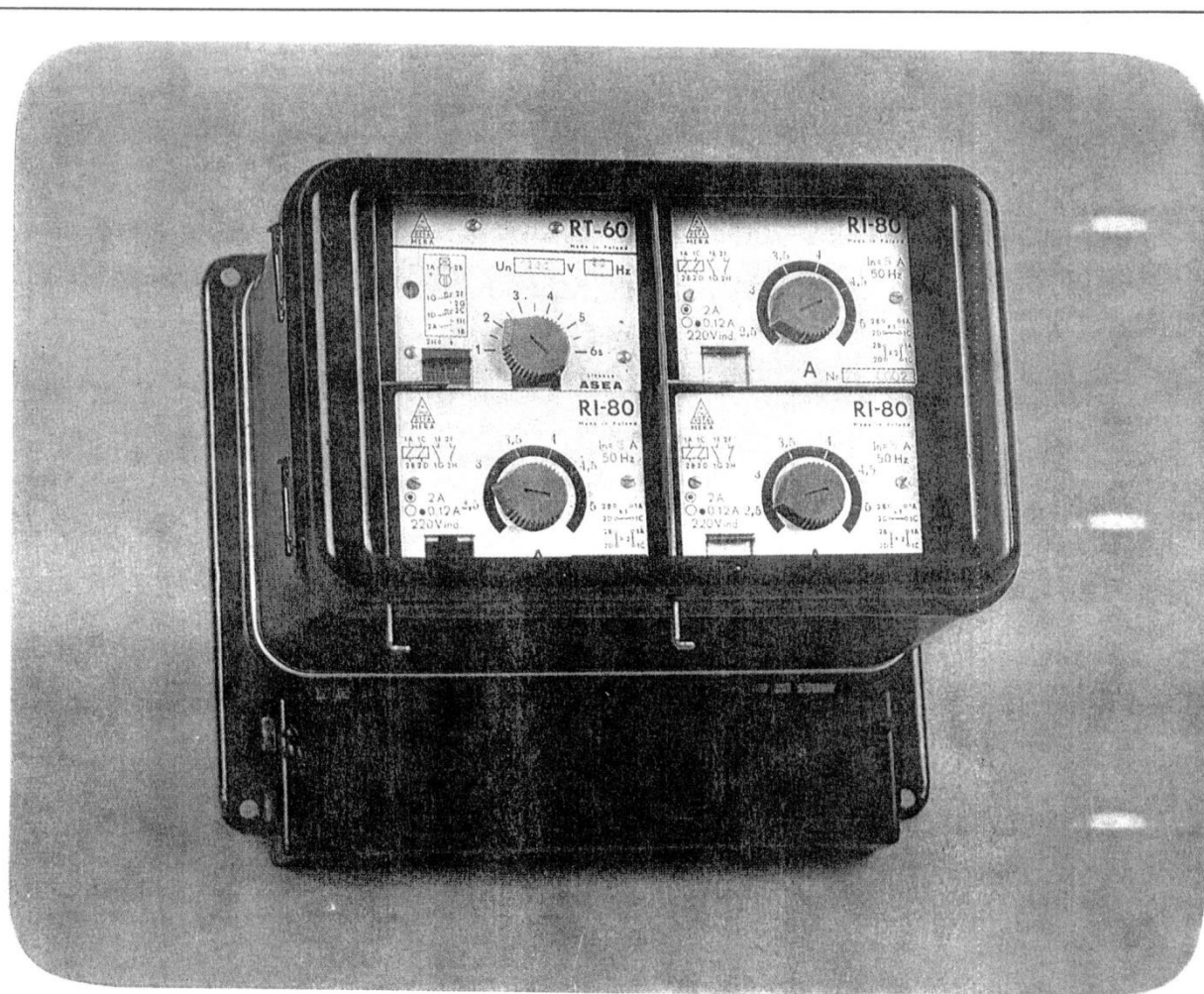


Ausmasseskizze. Ausführung mit Fassung für Aufbau an der Tafel (Zuführung der Leitungen von vorne):
(a) Klemmen bezeichnung



Bohrungsplan

RIT-20 RIT-30



ANWENDUNG

Die Relais Typ RIT sind für den Schutz der Elektroeinrichtungen und Starkstromleitungen gegen Überlastungswirkungen bestimmt.

AUFBAU

Die Zeitunabhängige-Überstromrelais werden als zweiphasige (RIT-20) und dreiphasige (RIT-30) Relais hergestellt. Sie bestehen aus:

– elektromagnetischen unverzöglichen Überstromgliedern Typ RI-80

– elektromechanischem Zeitglied Typ RT-60.

Diese Glieder sind mit Bananenstecker ausgerüstet, die auf einfache Weise die Montage in der Steckdose des Gehäuses ermöglichen. Das Gehäuse in Flanschführung besitzt an der Vorderseite ein Schauglas, welches die Beobachtung des Ansprechens des Relais ermöglicht.

Die Gehäuse werden in folgenden Versionen ausgeführt:

- für den Bebau auf die Tafel (Leitungsanschluss an hinterer Seite). Gehäuse Typ A.
- für den Bebau auf die Tafel (Leitungsanschluss an vorderer Seite). Gehäuse Typ B.

Die Steckdosen der Überstromglieder sind mit Stromkurzschliesser versehen, die den Sekundärkreis des Relais nach dem Herausziehen des Überstromgliedes aus der Steckdose, kurzschliessen.

RIT - 20

RIT - 30

WIRKUNGSWEISE

Sobald der Strom den auf der Skala des Überstromgliedes eingestellten Wert erreicht, erfolgt das Ansprechen dieses Gliedes und die Erregung des Zeitgliedes, welches nach der eingestellten Zeitverzögerung seine Ausgangskontakte umschaltet. Ein zusätzlicher unverzögerter Kontakt, mit dem das Zeitglied ausgerüstet ist, erlaubt auf eine sofortige Bestätigung der Signalisierung der Relaiserregung. Im Falle einer Stromverringerung unterhalb des durch den Rückkehrkoeffizient des Überstromgliedes bestimmten Wertes, in kürzerer

Zeit wie auf dem Zeitglied eingestellt wurde, erfolgt keine Umschaltung der Überstromgliedkontakte, und das Zeitglied kehrt in die Ausgangslage zurück.

Das Ansprechen der Überstromglieder und des Zeitgliedes signalisieren optische Ansprechanzeiger.

Das Kassieren der Ansprechanzeige erfolgt mit Hand von aussen des Gehäuses.

Die Einstellung der gewünschten Ansprechwerte der Überstromglieder und des Zeitgliedes erfolgt, nach Öffnen des Gehäuses, mit Hilfe der Knebeln.

TECHNISCHE DATEN

Überstromglied

Relative Abweichung von der Einstellung:

für Bereiche 0,25 ÷ 20 A

für Bereiche 10 ÷ 100 A

Relative Streuung von der Einstellung 5%

Ansprechzeit:

bei 2 · I_{Einstellzeit}

Rückkehrzeit

Rückkehrkoeffizient

Dauerhafte Belastbarkeit:

für Bereiche bis 20 A

±2,5%

±5%

≤ 0,06 s

≤ 0,1 s

≥ 0,85

oberer Skalenbereich

für Bereich über 20 A

Anzahl und Art der Kontakte
(an die Klemmen angeschlossen)

Nenn-Belastbarkeit der Kontakte:

a) Schliessen des Stromkreises bei 220 V Gleich- oder Wechselstrom

b) Öffnen eines induktiv belasteten

Stromkreises:

bei 220 V Gleichstrom L/R = 40 ms

bei Wechselstrom 220 V cos φ = 0,4

c) dauerhafte Belastbarkeit

20 A

1 z

2 A

0,12 A

2 A

1 A

Tafel 1

Lfd. Nr.	Strombereiche	Nennstrom	Nennleistungsnahme	Leistungsentnahme bei unterer Einstellung	Leistungsentnahme bei oberer Einstellung	Einsekundige Wärmebeständigkeit	Spulenschaltung*)
	A	A	VA	VA	VA	A	
1	0,25 ÷ 0,5	0,5	5,5	1,6	5,5	30	x1
	0,5 ÷ 1	1	5,0	1,6	5,0	60	x2
2	0,5 ÷ 1	1	6,0	1,8	6,0	45	x1
	1 ÷ 2	1	1,8	1,8	6,0	90	x2
3	1 ÷ 2	1	2,5	2,5	8,0	90	x1
	2 ÷ 4	1	0,6	2,5	8,0	180	x2
4	2,5 ÷ 5	5	6,0	1,8	6,0	200	x1
	5 ÷ 10	5	1,8	1,8	6,0	400	x2
5	5 ÷ 10	5	2,0	2,0	6,5	400	x1
	10 ÷ 20	5	0,4	2,0	6,5	500	x2
6	10 ÷ 20	5	0,5	2,2	8,0	500	x1
	20 ÷ 40	5	0,6	2,2	8,0	500	x2
7	25 ÷ 50	5	0,8	5,2	20,5	500	x1
	50 ÷ 100	5	0,2	6,2	25,5	500	x2

*x1 – Serienschaltung der Spulen

x2 – Parallelschaltung der Spulen

Die Relais werden nur in Ausführung mit Serienschaltung geliefert.

Der Benutzer kann die Parallelschaltung der Spulen im eigenen Bereiche durchführen.

Zeitglied

Nennspannung U_n :

Gleichstrom

12; 24; 48; 60; 110
und 220 V;

Wechselstrom 50 oder 60 Hz

24; 48; 100; 110
127 und 220 V

Arbeitsbereich

$(0,8 \div 1,1) U_n$

Wiederkehrspannung

0,1 U_r

Leistungseufnahme:

bei Gleichstrom

$\sim 4,5 \text{ W}$

bei Wechselstrom

$\sim 5 \text{ VA}$

Anzahl und Art der Kontakte

2 umschaltbare Ver-
zögerungskontakte
1 unverzögerter
Schliesskontakt

Tafel 2

Kenngrossen	Kontakte	
	Umschaltbare Verzögerungskontakte	Unverzögerter Schliesskontakt
Nennspannung	380 V	380 V
Zulässige Einschaltungsfähigkeit	5 A	0,5 A
Zulässige dauernde Belastung	5 A	1 A
Ausschaltungsfähigkeit bei Wechselstrom $220 \text{ V } \cos \varphi = 0,4$	5 A	0,20 A
Ausschaltungsfähigkeit bei Gleichstrom $220 \text{ V } L/R = 40 \text{ ms}$	0,1 A	0,1 A

Zeitbereiche

$0,3 \div 2 \text{ s}$

$1 \div 6 \text{ s}$

$3 \div 20 \text{ s}$

$15 \div 100 \text{ s}$

Relative Abweichung von der Einstellung

für Bereiche bis 20 s

$\pm 5\%$

für Bereiche $15 \div 100 \text{ s}$

$\pm 7,5\%$

Relative Streuung von der Einstellung¹⁾

für Bereiche bis 20 s

10%

für Bereiche $15 \div 100 \text{ s}$

15%

Rückkehrzeit des Relais²⁾

$\leq 0,04$

Die Abhängigkeit der abgemessenen Zeit von den Spannungsänderungen

Bei einer Steigung oder Senkung der Speisespannung um 10% vermindert sich oder steigt die Zeit um 0,2 s.

Mechanische Dauerhaftigkeit

10^5 Ansprechungen

Schaltdauerhaftigkeit

10^3 Ansprechungen

Elektrische Beständigkeit der Isolation

2 kV; 50 Hz

Isolationsklasse

E

Betriebsbedingungen:

Umgebungstemperatur

$-5 \dots +40^\circ\text{C}$

Relative Feuchtigkeit bei 20°C

$\leq 80\%$

Masse:

RIT-20

$\sim 3,6 \text{ kg}$

RIT-30

$\sim 4 \text{ kg}$

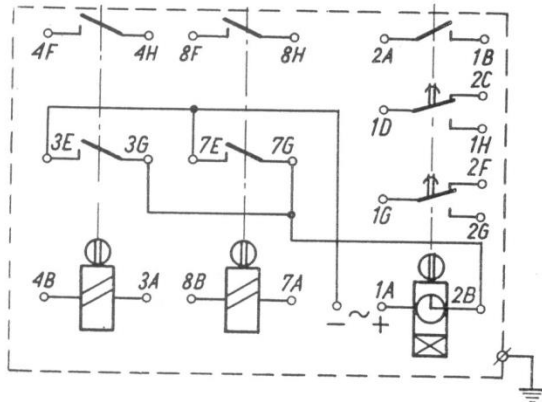
In Hinsicht auf die stetig durchgeführten Modernisierungsarbeiten über diesem Erzeugnis, behaltet man die Möglichkeit einer Konstruktionsveränderung vor.

Die Abhängigkeit der abgemessenen Zeit von der Temperaturänderung

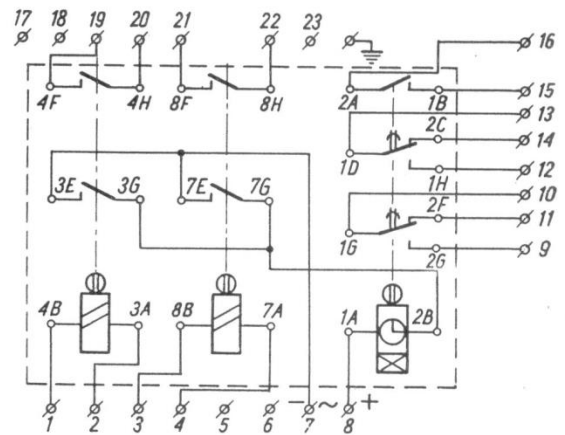
Bei einer Steigung oder Senkung der Temperatur um 1°C . von der Umgebungstemperatur 20°C vermindert sich oder steigt die Zeit für die Relais mit dem Bereich bis 20 s um 0,15%, für Relais mit dem Bereich von $15 \div 100 \text{ s}$ um 0,40%.

¹⁾ Bei konstanter Einstellung, Umschaltungstemperatur und Nennspannung.

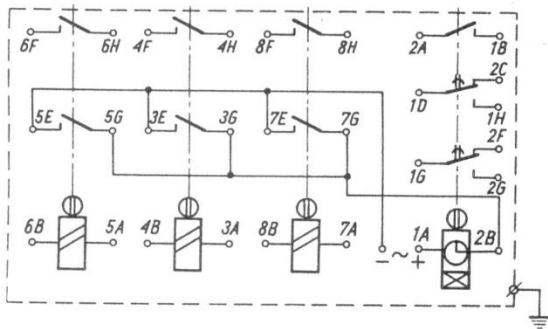
²⁾ Zeit gemessen vom Moment des Schwundes der Erregung bis zum Schliessen seines Verzögerungskontaktes.



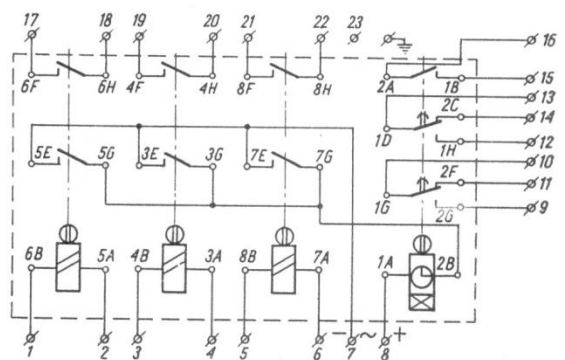
Schaltplan des Relais RIT-20 mit Gehäuse Typ A



Schaltplan des Relais RIT-20 mit Gehäuse Typ B



Schaltplan des Relais RIT-30 mit Gehäuse Typ A



Schaltplan des Relais RIT-30 mit Gehäuse Typ B



VÉDELMEK ÉS AUTOMATIKÁK

Túláram-idővédelem - 2

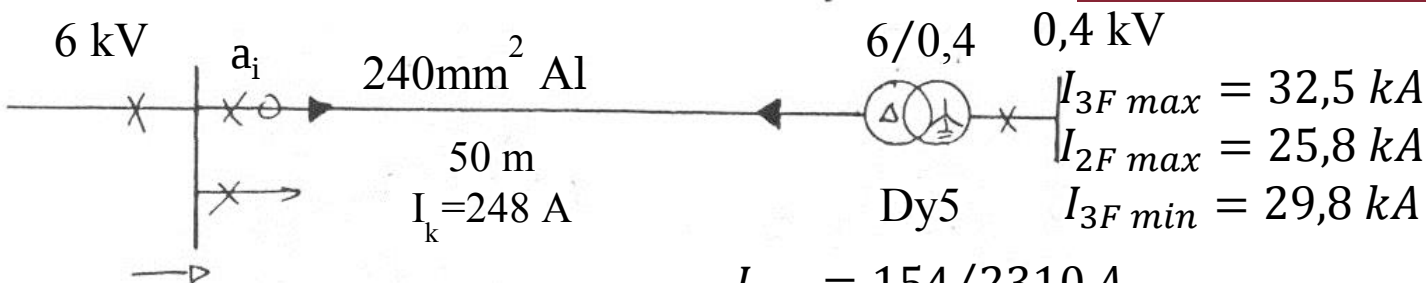
(KÖF/KIF transzformátor)

Zerényi József

MAVIR ZRt. - RIG

Tel.: 06-20-929-4570, e-mail: zerenyi@mavir.hu

6/0,4 kV-os transzformátor leágazó védelme



$$I_{3F \max} = 13,7 \text{ kA (142 MVA)}$$

$$I_{2F \max} = 9,2 \text{ kA}$$

$$I_{3F \min} = 10,6 \text{ kA}$$

$$I_{ntr} = 154/2310 \text{ A}$$

$$S_{ntr} = 1,6 \text{ MVA}$$

$$\varepsilon = 5,9\%$$

$$R_{tr} = 0,61 \Omega$$

$$x_{tr} = 1,302 \Omega$$

0,4 kV-os oldali zárlati áramok

$$k_{\max} = \frac{I_{3F \max}}{I_{ntr}^{0,4}} = \frac{32,5 \text{ kA}}{2,31 \text{ kA}} = 14,07$$

$$k_{\min} = \frac{I_{3F \min}}{I_{ntr}^{0,4}} = \frac{29,8 \text{ kA}}{2,31 \text{ kA}} = 12,9$$

ezen arányokat megtartjuk a 6 kV-os oldalon is!!!

Érzékelés a 6 kV-os oldalon

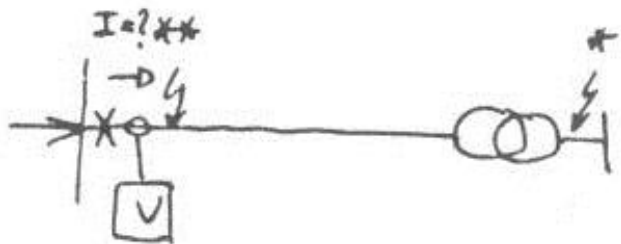
* 0,4 kV-os oldali zárlatok:

$$I_{Z \max}^{0,4} = k_{\max} \cdot I_{ntr}^6 = 14,07 \cdot 154 \text{ A} = 2,17 \text{ kA}$$

$$I_{Z \min}^{0,4} = 0,5 \cdot k_{\min} \cdot I_{ntr}^6 = 0,5 \cdot 12,9 \cdot 154 \text{ A} = 0,99 \text{ kA}$$

** 6 kV-os oldali zárlat:

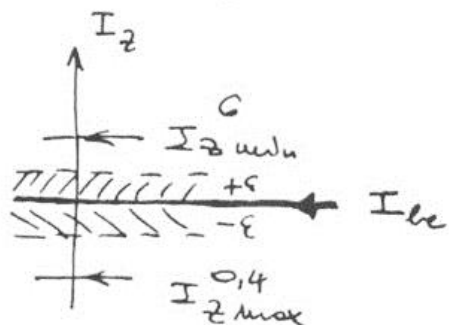
$$I_{Z \min}^6 = 9,2 \text{ kA}$$



Túláram-idő védelem ($I \gg + I \gg t$) beállítási értékeinek meghatározása

Késleltetés nélküli fokozat beállítása

$$\frac{I_{Z \max}^{0,4}}{1-\varepsilon} \leq I_{be}^{pr} \leq \frac{I_{Z \min}^6}{1+\varepsilon}, \text{ ahol } \varepsilon=0,2$$



$$I_{be}^{pr} \geq \frac{2,17}{1-0,2} = 2,71 \text{ kA}$$

$$I_{be}^{sz} = I_{be}^{pr} \cdot \frac{1}{a_i}$$

$$a_i = 150/5; I_{sz}^{be} = 90,3 \text{ A}$$

$$a_i = 200/5; I_{sz}^{be} = 67,75 \text{ A}$$

$$a_i = 300/5; I_{sz}^{be} = 45,16 \text{ A}$$

$$I_k = 248 \text{ A}$$

$$(I \gg) I_{be}^{(pr/sz)} = 2760/46 \text{ A}$$

Az a_i áramváltó:

n_p pontossági tényező, túláramszám: $n_p = 10$ esetén;

$I_{n \text{ áv}}^S = 5 \text{ A}$ esetben $n_p \cdot I_{n \text{ áv}}^S$ -ig pontos! $n_p = 20$ volna biztonságos.

Ellenőrzés a másik feltételre:

$$\frac{I_{Z \min}^6}{1+\varepsilon} = \frac{9,2 \text{ kA}}{1,2} = 7,67 \text{ kA}$$

$$I_{be}(I \gg) = 2760 \text{ A} < 7670 \text{ A}, \text{ tehát megfelelő!}$$

Túláram-idő védelem ($I >> + I > t$) beállítási értékeinek meghatározása

Fogyasztói oldal beállítása

$$2 \cdot \frac{I_{ntr}^{0,4}}{1 - \varepsilon} \leq I_{be}^{0,4} \leq \frac{I_{Z2F(f)min}^{0,4}}{1 + \varepsilon}$$

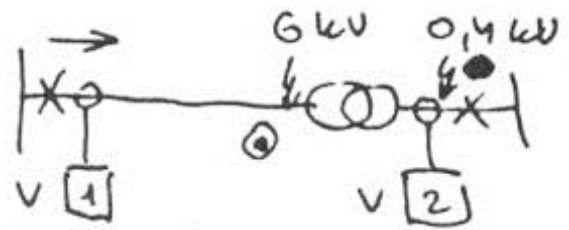
$$2 \cdot \frac{2,310}{1 - 0,2} \leq I_{be}^{0,4} \leq \frac{25,8}{1 + 0,2}$$

$$5,775 \text{ kA} \leq I_{be}^{0,4} \leq 21,5 \text{ kA}$$

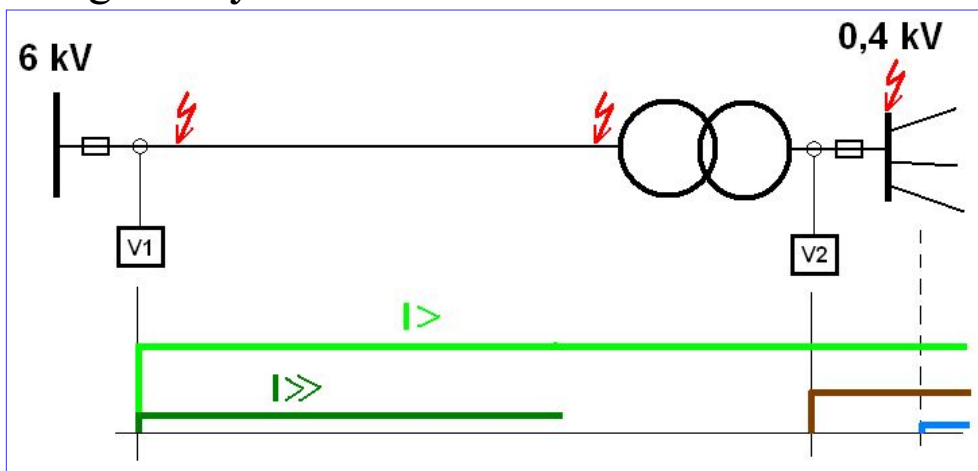
$$I >: I_{be} = 2 \cdot I_{ntr} = 2 \cdot 154 = 308 \text{ A}$$

Más alapfilozófiából következően:

V1 és V2 is biztosan szólaljon meg •
helyen fellépő minimális (2F)
zálatra:



A mi példánkban: az $I >>$ fokozat nem
ér át a transzformátoron(!), tehát ⊙
helyi zárlatra biztosan megszólal, de
nem szólal meg • helyi zárlatra.





VÉDELMEK ÉS AUTOMATIKÁK

Zárlatkorlátozás, megszakítóberagadási védelmek,
visszakapcsoló automatika, zavarírók

Zerényi József
MAVIR ZRt. - RIG

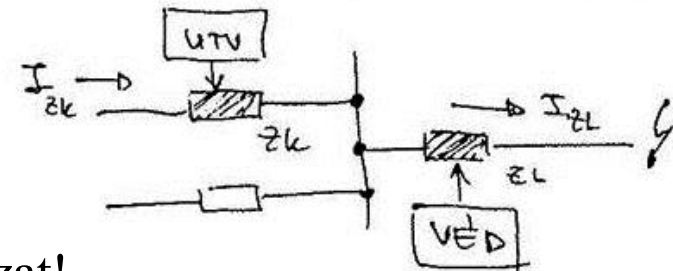
Tel.: 06-20-929-4570, e-mail: zerenyi@mavir.hu



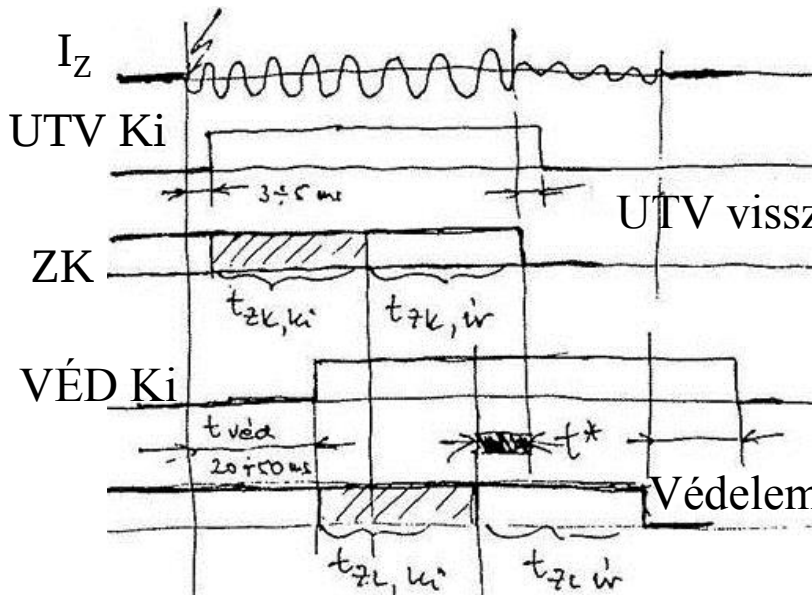
Zárlatkorlátozás I

Eszköze: ultragyors túláramvédelem (UTV)
+emelt holtidejű visszkapcsoló

$I_{ZL} > I_{ZL \text{ megszak.}}$
(max. 10%) vállalt kockázat!



$I_{Zk} \rightarrow$ max. zárlati betáplálás



t^* ideig mindkét minimumban (ZL és ZK) ég az ív!

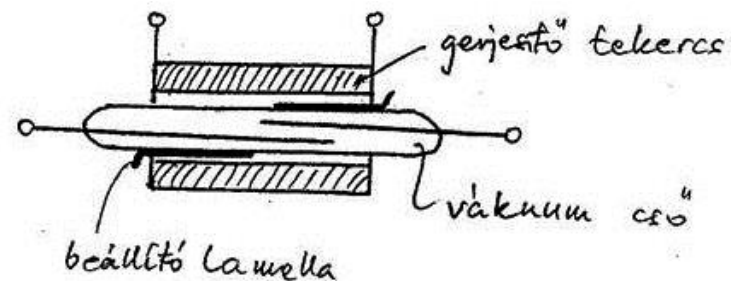
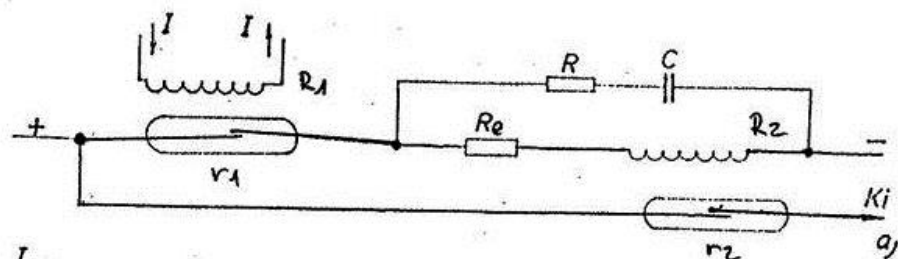
Az a kedvező, hogy $t^* \neq 0$, vagy igen kis érték.
Ellene hat: $t_{véd, ki}$ csökkenés

$$t_{holtidő} = 3 \div 4 \text{ mp}$$

Védelem visszaesési idő

Speciális védelmi megoldások I.

Reed relés ultragyors túláramrelé



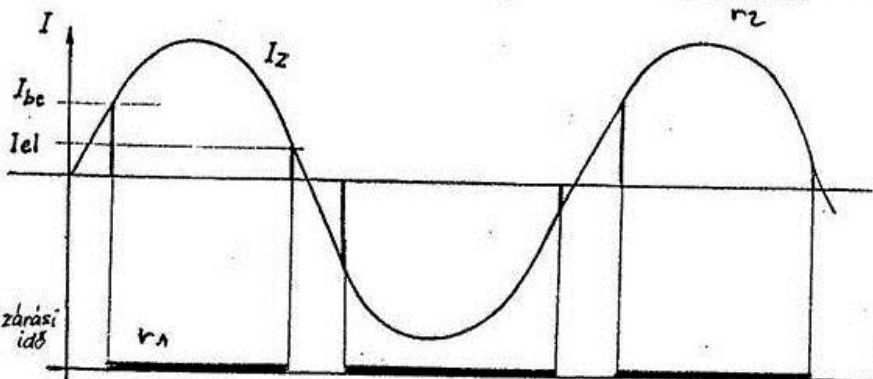
$$G_{\sim} \cong 75 \text{ Am pl. } G_{=} \cong 120 \text{ Am}$$

$U_c \equiv R_2$ -re jutó feszültség

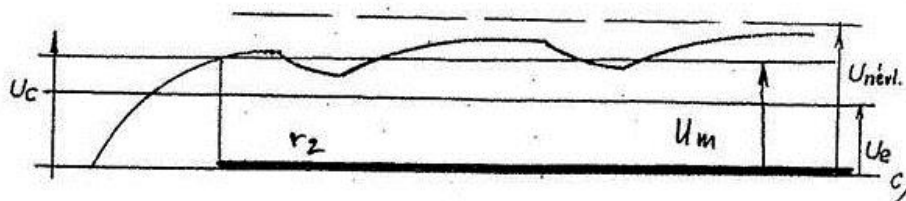
$U_m \equiv R_2$ meghúzási feszültség

$U_e \equiv R_2$ elejtési feszültség

(U_n : 220 V +10% -20% 176÷242V)



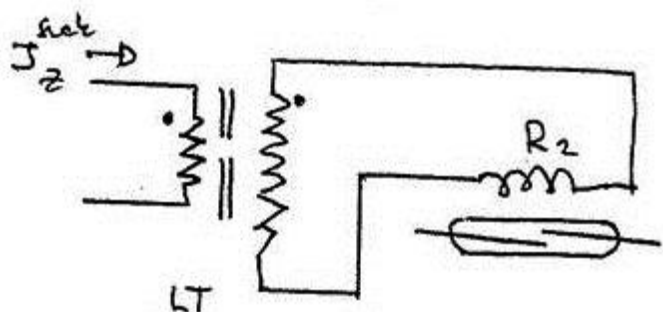
b)



Méretezésnél biztosítani kell a 176 V melletti működést és a kisülési időállandó ($T = R \cdot C = (R + R_e + R_2) \cdot C$) megfelelő értékét ($T > 5 \text{ ms}$).

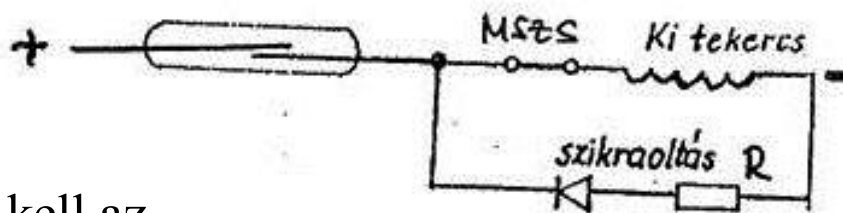
Speciális védelmi megoldások II.

Egyenáramú zárlati áramösszetevő kiszűrése és egy másik beállítási mód:



LT légréses transzformátorral. Finom beállítás a légrés méretének változtatásával.

Megszakító Ki tekercs közvetlen működtetése esetén gondoskodni kell az induktív áram gyors megszakadásakor keletkező túlfeszültségek korlátozásáról – szikraoltás!

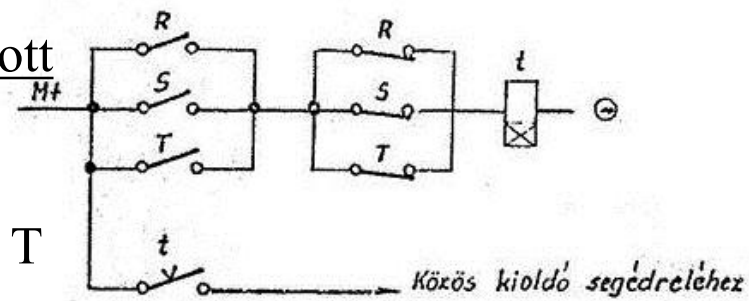


Rendellenes üzemállapot elleni védelem I.

x

Rendellenes üzemállapot elleni védelmet kell alkalmazni olyan nagyfeszültségű vezeték fázisonkénti hajtással ellátott megszakítójánál vagy megszakítóinál, ahol tartós sántaüzem nem engedhető meg. Ilyenek a 220 kV-os és nagyobb feszültségű vezetékek, a 120 kV-os vezetékek, ha nyomvonaluk lakott területen halad keresztül, vagy ellenálláson keresztül földelt csillagpontú, 120 kV-os oldalon megszakítóval nem rendelkező transzformátort táplálnak. Ez utóbbihoz tartoznak a zárlatképzős „T” leágazások és a vezetékkel egységkapcsolású (kihelyezett) nem mereven földelt csillagpontú transzformátort tápláló vezetékek.

A védelem a megszakítók segédérintkezőiből kialakított logikai kapcsolásból és időreléből áll. Az ábra a védelem egyik egyszerű változatát tünteti fel. A megszakítók egyes fázisainak segédérintkezőjét R, S, T betűk jelölik.

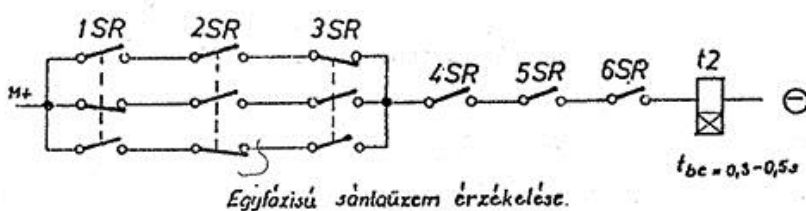
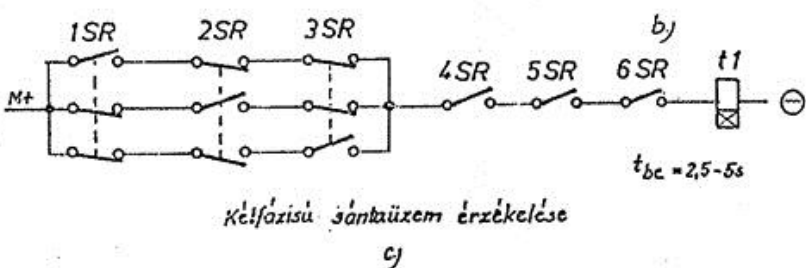
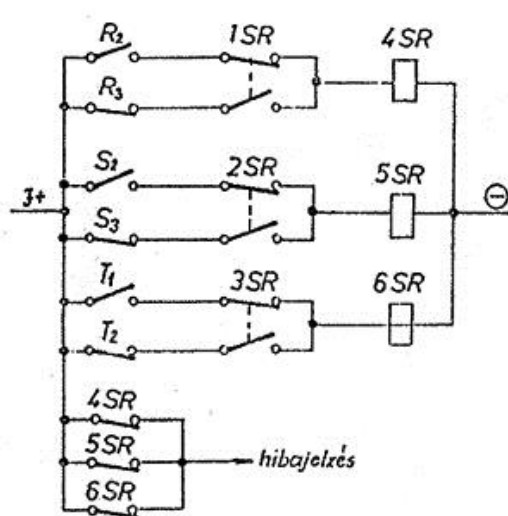
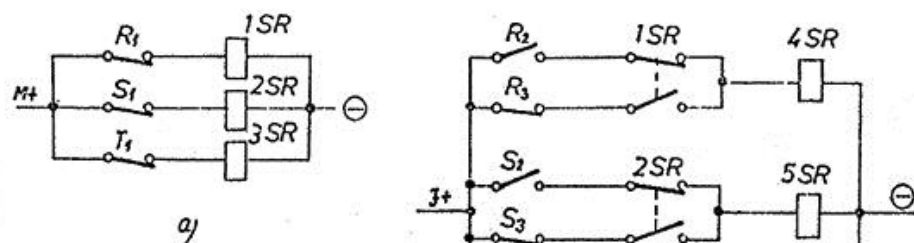


10. 1. ábra.

A védelem mind az egy-, mind a kétfázisú üzemet érzékeli, és mindhárom fázis megszakítójára Ki parancsot ad. A késleltetés egyrészt a segédérintkezők működési idejének esetleges eltérése miatt, másrészt olyan vezetékeknél, ahol tartós sántaüzem nem megengedett, de FN zárlatnál csak sikertelen visszakapcsolás után adnak a védelmek háromsarkú kioldást, az EVA-ciklus holtidejének átfedése miatt szükséges.

Rendellenes üzemállapot elleni védelem II.

X

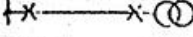
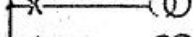
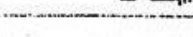


Erőműveket vagy energiarendszereket összekötő vezetékek aszimmetrikus üzeme a rendszer stabilitását veszélyezteti. Ilyen esetben szükség lehet az egyfázisú és a kétfázisú sántaüzem különböző késleltetéssel történő megszüntetésére. Az egyfázisú sántaüzemet – mely a kooperációs kapcsolat számára teljesen haszontalan – célszerű rövid késleltetéssel megszüntetni, míg a kétfázisú sántaüzemnél a késleltetésnek nagyobbnak kell lennie az EVA-ciklus holtidejénél. A védelem elvi kapcsolása az alábbi ábrákon látható. A kapcsolás viszonylag nagy számú segédérintkezőt igényel, ezért azok helyzetének másolására segédreléket használnak (a. ábra). A másoló segédreléket a b.) ábrán feltüntetett kapcsolással ellenőrzik. Hiba esetén a védelme reteszeli, és hibajelzést ad.

Távkioldás

x

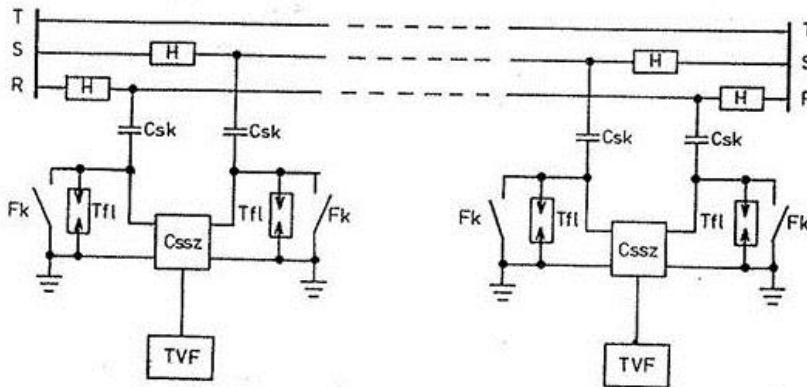
Távkioldásra akkor van szükség, ha az egyik állomáson lévő berendezés – rendszerint transzformátor – védelmének kioldó parancsaival a berendezést tápláló vezeték vagy kábel másik állomáson lévő megszakítóját kell kikapcsoltatni. Ilyen igény általában a kihelyezett transzformátorállomásoknál jelentkezik, ahol a transzformátornak nincs primer oldali megszakítója. Biztonsági okokból távkioldást alkalmaznak olyan városi állomásokon is, ahol van a transzformátornak primer oldalon megszakítója, de ennek beragadása súlyos következményekkel járhat. A jelátviteli út lehet erősáramú (jelzőkábeles), gyengeáramú (postai kábel) és nagyfeszültségű vezetékre telepített vivőfrekvenciás (TVF) csatorna. A távkioldás üzembiztonsága – elsősorban az átviteli út miatt – kisebb, mint egy állomáson belüli szekunder berendezése, ezért kétutas jelátvitelt is alkalmaznak, ahol távkioldásra két, különböző nyomvonalon haladó kábelt, vagy kábelt és TVF-et vesznek igénybe. Zárlatképzős állomásokon a zárlatképzés jelátviteli útnak tekinthető. A távkioldást igénylő primer diszpozíciókat és az azzal kapcsolatos követelményeket az alábbi táblázat tünteti fel.

Diszpozíció	T á v k i o l d á s	
	Jelátvitel	Követelmények
Városi állomások ha $S_{trf} \leq 40 \text{ MVA}$	Egyutas	Indítás: Transzformátor megszakítóberagadási védelemtől
		Átviteli út hibája esetén: hibajelzés
		
		
		Indítás: Trf. védelmeiktől
		Átviteli út hibája esetén: hibajelzés és áttérés a tartalék egységre
		
Városi állomások ha $S_{trf} \geq 40 \text{ MVA}$	Kétutas	Indítás: Trf. védelmeiktől
		Bármelyik átviteli út hibája esetén: hibajelzés.
		Mindkét átviteli út hibája esetén a hiba által érintett egység kikapcsolása
		
	Egyutas	Indítás: Trf. védelmeiktől.
		Átviteli út hibája esetén: hibajelzés

Csatolási módok (TVF)

Fázis-fázis csatolás

Csatolási módok: a vivőfrekvenciás berendezéseknek nagyfeszültségű távvezetékhez való csatlakoztatásának módozatai



E csatolási módnál a vezeték két fázisvezetőjét használják fel. Általában jó földszimmetrikus elrendezést eredményez, mivel az átvitel két vezetővel történik. Az állomáson belüli hullámimpedanciák nem befolyásolják az átvitelt, mert az állomás felé a hullámzárak (a lezárandó frekvenciára hangolva) nagyfrekvenciás szempontból lezárják a vezetékvégeket. Ha a két átviteli fázisvezetőt úgy választják meg, hogy azok a földhöz és az oszlopszerkezetekhez képest szimmetrikus elrendezésűek, úgy a nagyfrekvenciás energiaátvitel elsősorban a két vezető között történik. Biztonságos az összeköttetés, mivel az egyik fázisvezető elszakadása esetén is fenntartható a kapcsolat a fázis-föld üzemmódban a másik vezetőn.

H hullámzár

Csk csatolókonkondenzátor

Cssz csatolósűrű

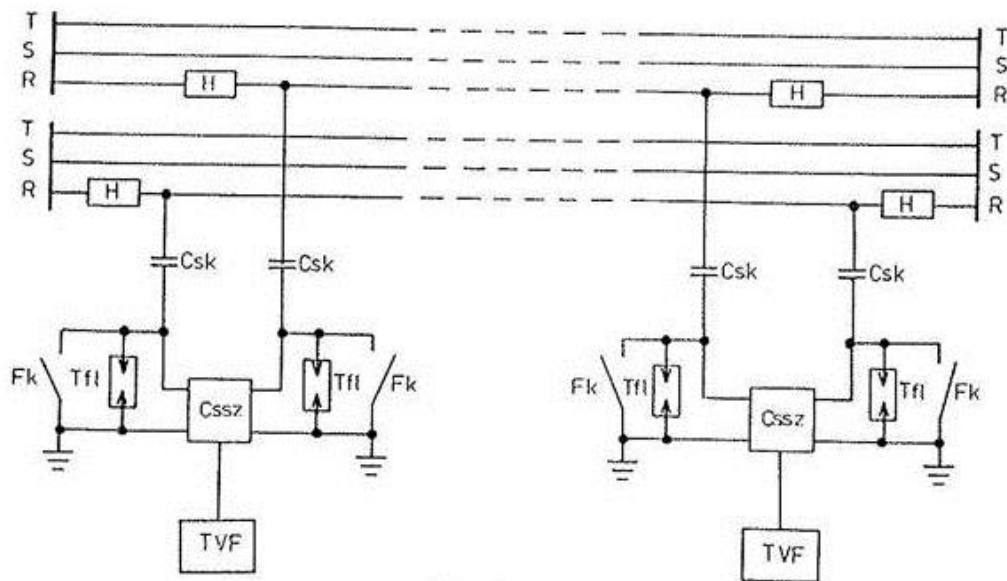
Tfl túlfeszültséglevezető

Fk földelőkés

TVF vivőfrekvenciás berendezés

Csatolási módok (TVF)

Rendszerek közötti csatolás



H hullámzár

Csk csatolókonkondenzátor

Cssz csatolósűrő

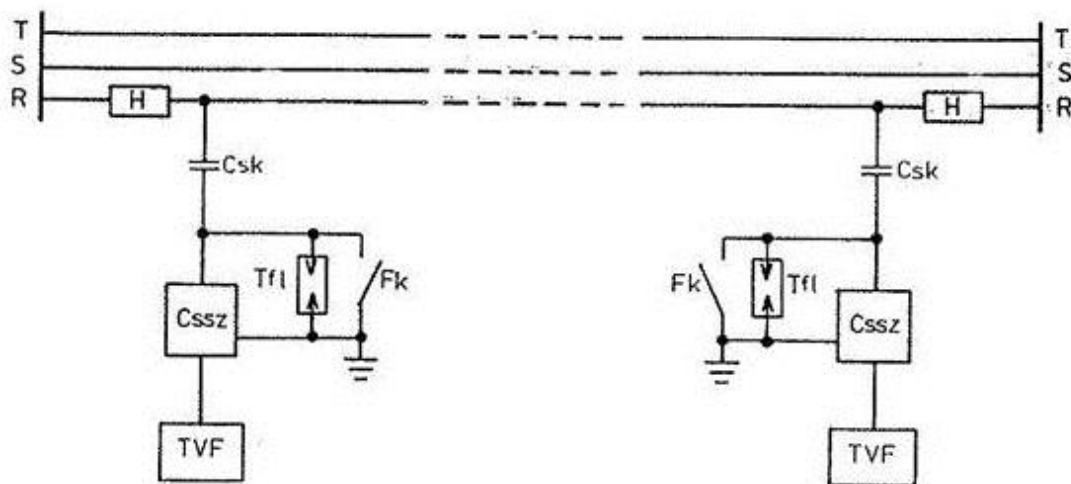
Tfl túlfeszültséglevezető

Fk földelőkés

TVF vivőfrekvenciás berendezés

E csatolási módnál a két vezetékrendszer egy-egy azonos elrendezésű fázisvezetőjét használják fel. Ez a csatolási mód relatíve biztosítja a legnagyobb földszimmetriát. Tulajdonságai megegyeznek a fázis-fázis csatolású rendszerével. Csak azonos oszlopsoron haladó rendszerekben alkalmazható.

Csatolási módok (TVF) fázis-föld csatolás



H hullámzár

Csk csatolókonkondenzátor

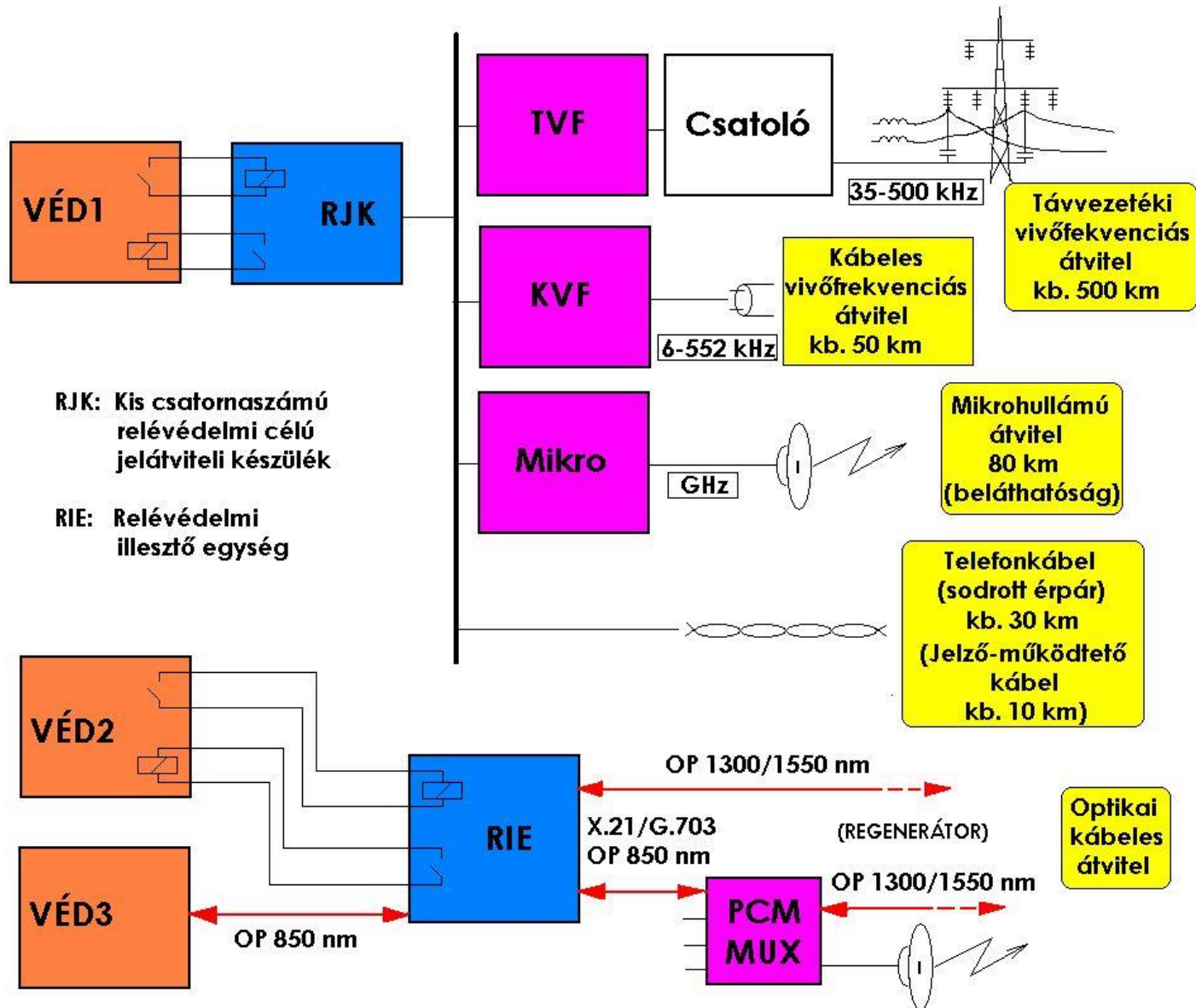
Cssz csatolósűrő

Tfl túlfeszültséglevezető

Fk földelőkés

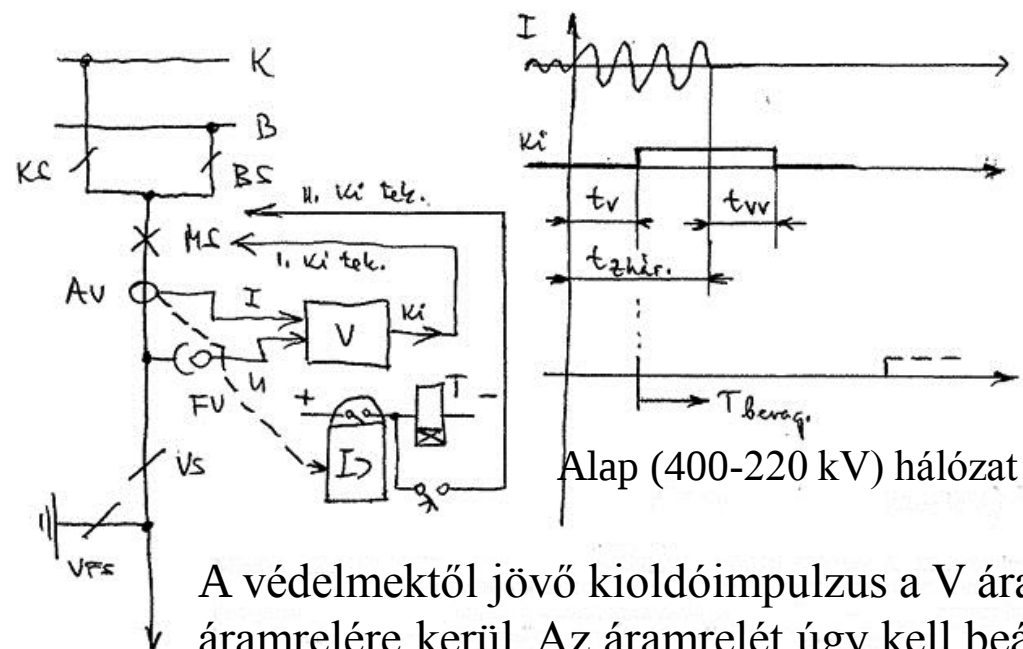
TVF vivőfrekvenciás berendezés

E csatolási mód nem főlsszimmetrikus, mert csatolásra csak az egyik fázisvezetőt használják. A nagyfrekvenciás energia jelentős része a vezetők és a föld közötti hullámcsatornákon halad át veszteség formájában, s a föld és a csatolással ellátott vezetők között terjed. A kisebb rész halad csak a vezetők között meghatározott hullámcsatornákban. Ez a csatolási mód rosszabb átviteli tulajdonságai ellenére is olcsósága miatt igen elterjedt. Az igen drága csatolóberendezésekből összeköttetésenként csak fele annyit kell felhasználni, mint az előbbieken említett két csatolási típusnál.



Relévédelmi célú jelátvitel

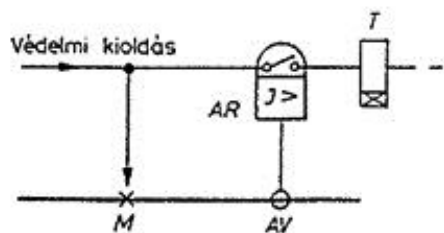
Megszakítóberagadási védelem I.



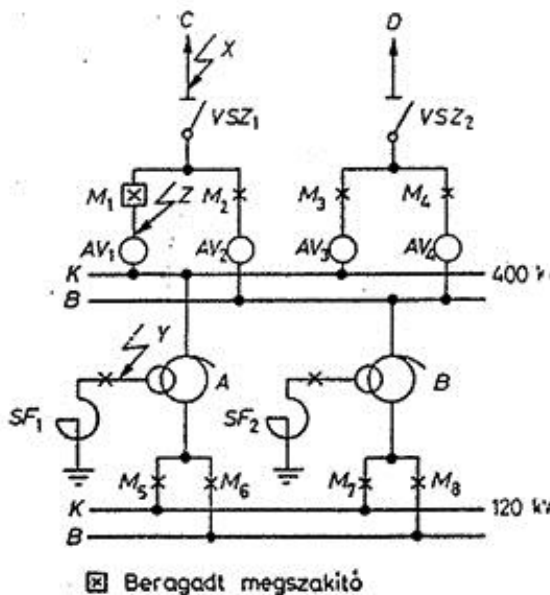
Minden alaphálózati állomásban van megszakítóberagadási védelem. A 3.1.3 szakasz a) pontjában tárgyaltak értelmében a védelem figyeli a kioldóimpulzus hosszát. A megszakítóberagadási védelem érzékelési elvét az ábra mutatja. A 8.40 ábra szerint primer kapcsolásban mindem M megszakító mellett egy ÁV áramváltócsoporthoz van.

A védelmekről jövő kioldóimpulzus a V áramváltóról ellátott I> gyors visszajejtésű áramrelére kerül. Az áramrelét úgy kell beállítani, hogy a megszakítóval határolt hálózati elem(ek) legtávolabbi, legkisebb zárlatát is biztonságosan érzékelje. Ha az M megszakító a kioldást végrehajtotta, az áramrelé visszaesik, így a T időrelé nem tud működni. A megszakító hibája esetén M nem kapcsol ki, I> nem esik vissza, ezért a T időrelé működik és a megszakítóberagadási védelem az M megszakító mögötti „következő mögöttes” megszakítókat kapcsolja. A védelmet megszakítónként és fázisonként kell kiépíteni. $t: 150 \div 200 \text{ ms}$

Megszakítóberagadási védelem II.



8.39. ábra.
A megszakítóberagadási védelem érzékelési elve



8.40. ábra.
400 kV-os megszakító beragadása

A megszakítóberagadási védelem beavatkozási rendszerét a 8.40 ábra mutatja. Az X helyen fellépő zárlatot a távvezeték távolsági védelme az M_1 és M_2 megszakítók kikapcsolásával szünteti meg az állomás felől. Az M_1 megszakító beragadása esetén a 400 kV-os K gyűjtősínre csatlakozó A boostert és D távvezetékét kell kikapcsolni M_3 , M_5 és M_6 megszakítók működtetésével.

Az Y helyen, tehát az A booster terciér tekercselésénél fellépő zárlatot a differenciálvédelmek az M_1 , M_3 , M_5 és M_6 megszakítók kikapcsolásával hárítják. M_1 megszakító beragadásakor az M_2 megszakítót kell kikapcsolni. Ekkor azonban a C távvezeték még rátáplál a zárlatra. Ezt a szemköztí vég távkioldásával kell megszüntetni. A távkioldást célszerű a VSZ vonali szakaszoló bekapcsolt állapotához reteszelni, így csak a távvezeték tényleges üzeme esetén oldhat ki.

Megszakítóberagadási védelem III.

A Z helyen fellépő zárlat ún. *holtsávzárlat*, azaz a távvezeték alapvédelmeinek területére esik, de az M_1 és M_2 megszakító kikapcsolására a 400 kV-os K gyűjtősín felől nem szűnik meg. A védelmek kioldása tehát nem esik vissza, mert AV1-en zárlati áram folyik.

Ezt a zárlati rátáplálást csak a 400 kV-os K gyűjtősín kikapcsolásával lehet megszüntetni. Ez olyan beavatkozást igényel, mintha M_1 megszakító egy Y zárlatra beragadt volna. Ezért a hazai megoldások – több külföldi stratégiával ellentétben – nem tesznek különbséget a megszakítóberagadás és a holtsávzárlat között.

A megszakító normál állapota az, ha mind a három fázisa ki- vagy bekapcsolt állapotban van. Minden ettől tartósan eltérő megszakítóhelyzet rendellenes üzemállapot. A megszakítóberagadási védelmekhez hasonlóan ez is megszakítóhoz rendelt érzékelést igényel. Két rendellenes üzemállapotot különböztetünk meg:

- Kétfázisú üzem: két megszakító fázis be-, a harmadik kikapcsolt állapotban van.
- Egyfázisú üzem: egy megszakító be-, a másik kettő kikapcsolt állapotban van.

A rendellenes üzemállapot elleni védelmet a megszakítók segédérintkezőjéről vett információk indítják. A védelem késleltetett kioldást ad. A kétfázisú üzem érzékelését az egyfázisú gyors visszakapcsolás holtidejétől, az egyfázisú üzem érzékelését a megszakítók közötti kapcsolási időeltéréstől kell elhangolni.

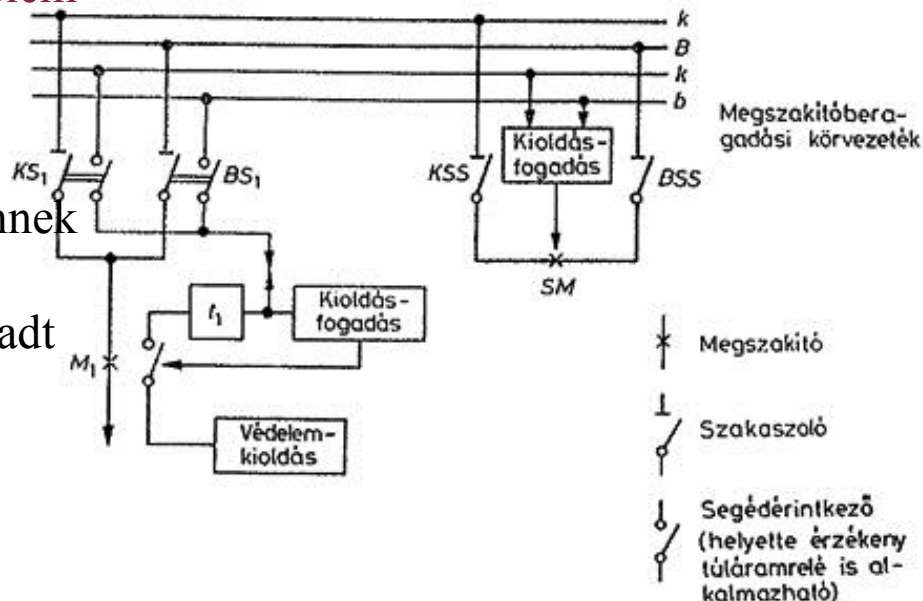
Megszakítóberagadási védelem IV.

Főelosztó (120 kV) hálózat

A megszakítóberagadási védelem alapelve a 3.1.3 szakaszban került bemutatásra. A védelmet minden állomásnál alkalmazzák. Magyarországon az érzékelés alapja a kioldóimpulzus hosszának mérése. A megszakító segédérintkezőjével vagy érzékeny túláramrelével ellenőrzik, hogy a megszakító kikapcsolt-e. Két rendszer ismeretes:

Egyedi érzékelésű megszakítóberagadási védelem

Az ábrán követhető a rendszer működése. A leágazási védelem kioldása M_1 megszakító segédérintkezőn keresztül vagy érzékeny túláramrelé érintkezőjén át t_1 időrelét indít. Ennek lefutása után – gyűjtősínre szelektíven – a megszakítóberagadási védelem kiold. A beragadt megszakítóval azonos gyűjtősínre szakaszolt leágazások és a sínáthidaló egyidejűleg kikapcsolódnak. Az egyedi kialakítású rendszerben minden leágazás egyedi megszakítóberagadási időrelével rendelkezik. A hazai gyakorlatban a késleltetés 0,35...0,5 s.

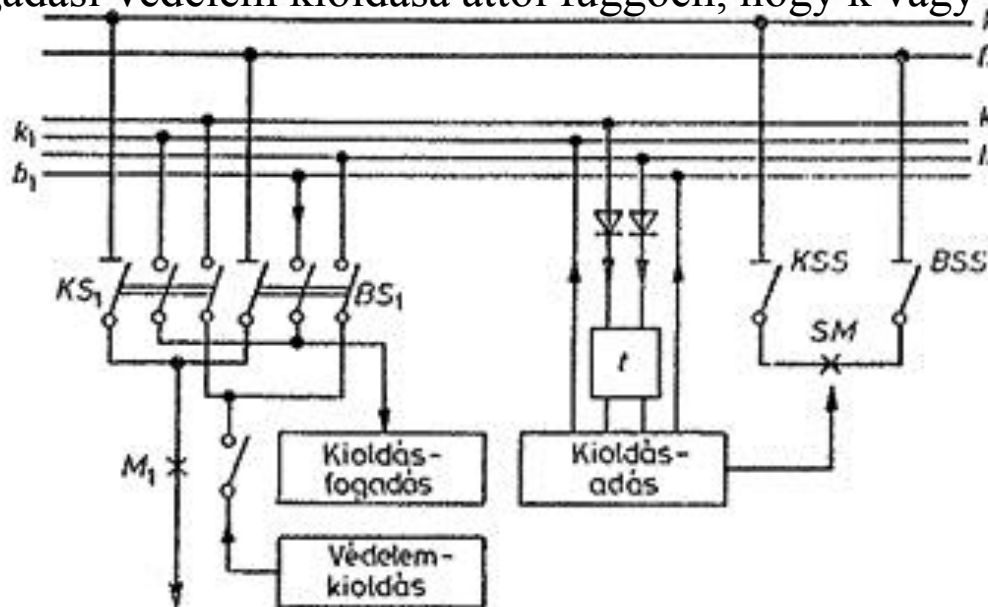


5.14. ábra. Főelosztóhálózati egyedi érzékelésű megszakítóberagadási védelem elvi kapcsolása

Megszakítóberagadási védelem V. Főelosztó (120 kV) hálózat

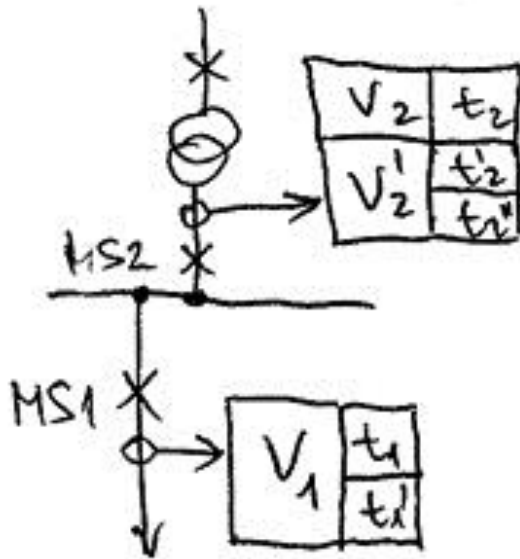
Központi érzékelésű megszakítóberagadási védelem

Az ábrán vizsgálható a működés. A védelem kioldása M_1 megszakító segédérintkezőn vagy érzékeny túláramrelé érintkezőjén keresztül a szakaszolóállástól függően k vagy b körvezetékre kerül. A központi t időrelé mind a k mind a b körvezetékre csatlakozik. Az időrelé lefutása után az SM sínáthidaló megszakító kikapcsolásával egyidejűleg k_1 vagy b_1 körvezetékra kerül a megszakítóberagadási védelem kioldása attól függően, hogy k vagy b indítás volt-e.



8.65. ábra. Főelosztóhálózati központi érzékelésű megszakítóberagadási védelem elvi kapcsolása

Megszakítóberagadási védelem középfeszültségen



- MS1 ragad be
 - V_1 – Lehet autonóm tartalékvédelem eleme, amely t_1' idővel ismételt Ki-t ad MS1-re ($t_1' > t_1$, de $t_1' < t_2$), de V_2' is érzékelheti, és t_2'' -vel Ki-t ad MS2-re. ($t_2'' > t_1$, ill $t_2'' > t_2$)
- MS2 ragad be
 - V_2' érzékeli, és t_2' -vel ismételt Ki-t ad MS2-re, vagy kikapcsolja a 120 kV-os megszakítót.
 - $I_{be,V_2'} < I_{be,V_2}$, illetve $I_{be,V_1} < I_{be,V_2'}$

Automatika elemek

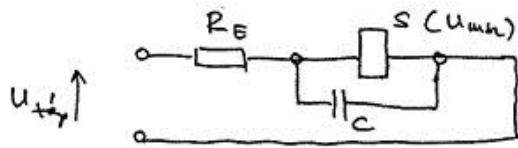
1.) Segédrelék: átkapcsolásokra, kioldásokra parancsadó elemek

$$t_{\text{ön}} \approx 20 \div 50 \text{ ms}$$

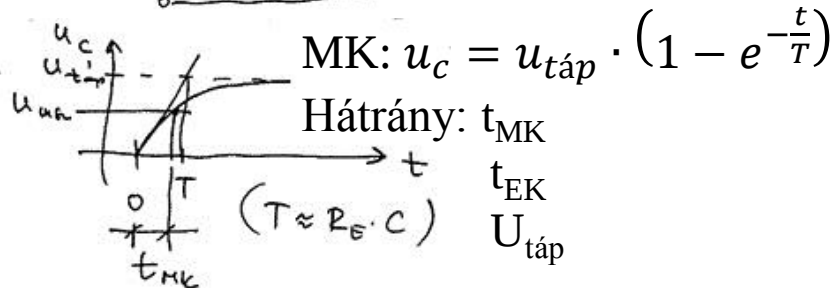
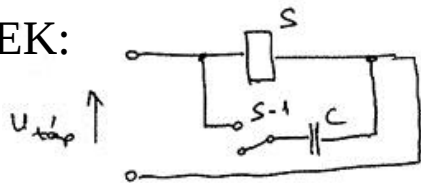
reed, gyors működés: 2-5 ms



2.) Kondenzátoros késleltetés

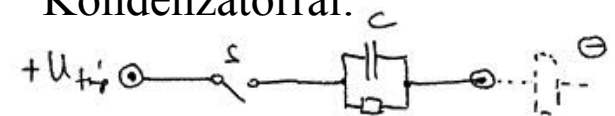


EK:

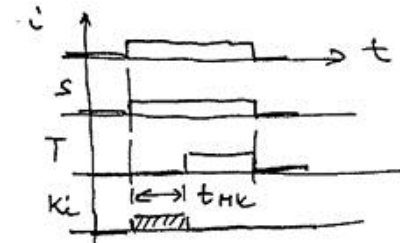
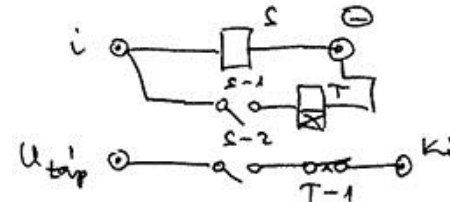


3.) Impedancia korlátozás

Kondenzátorral:

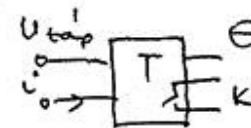


Időrelével:

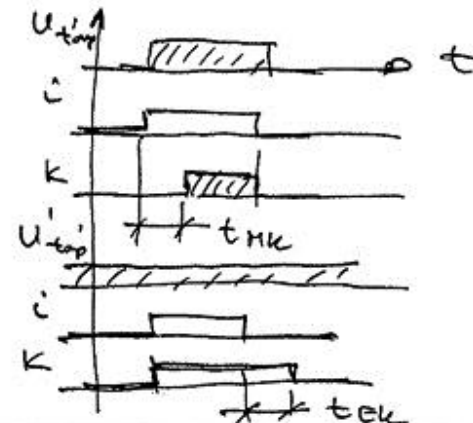
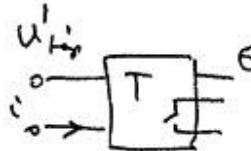


4.) Időrelé

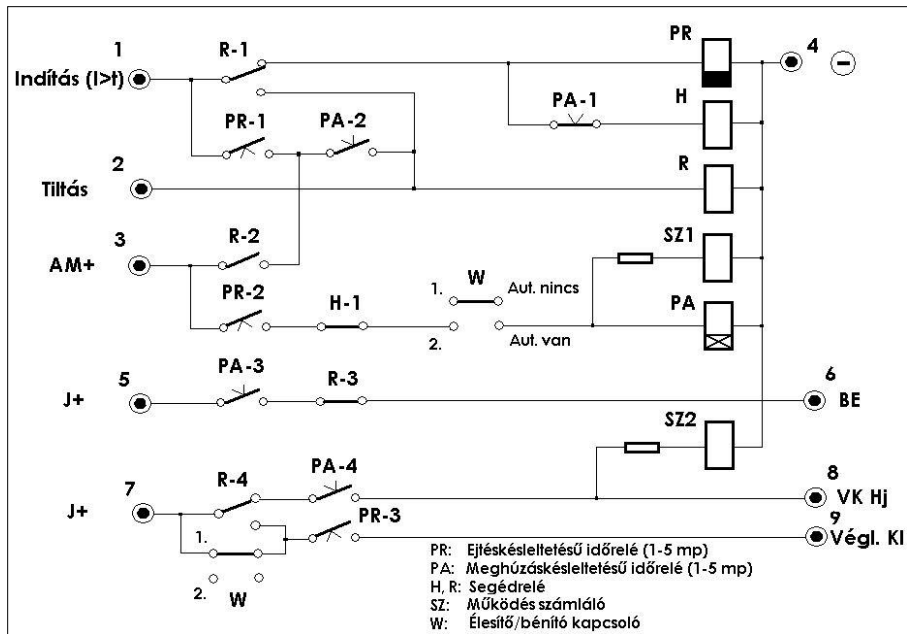
MK:



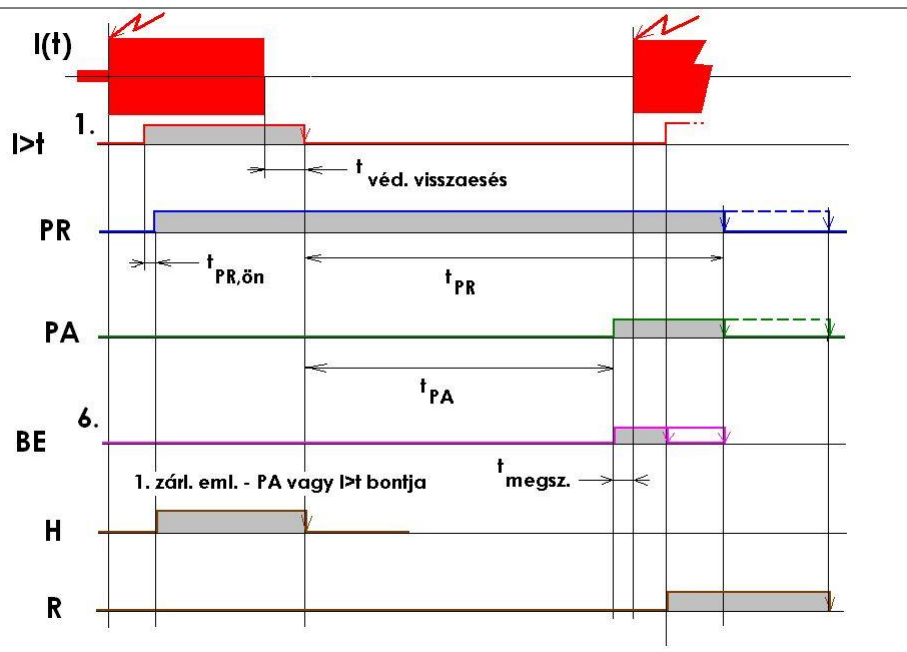
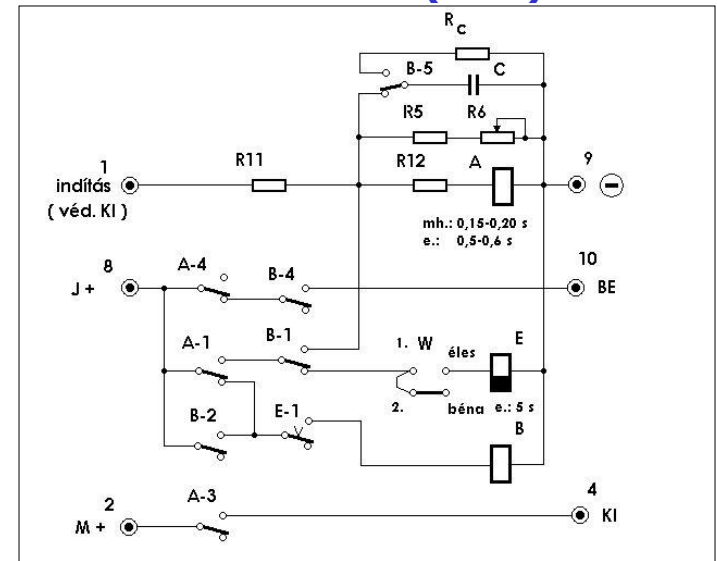
EK:



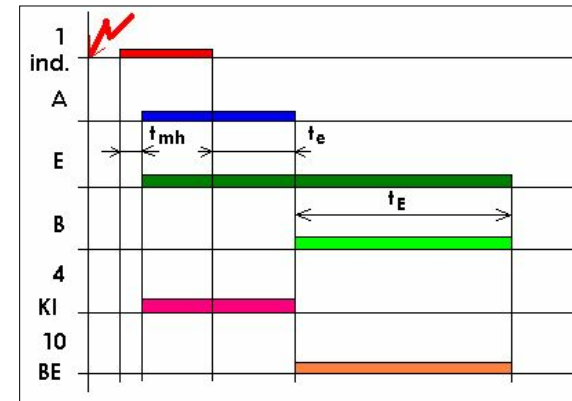
Egyholtidős visszakapcsoló automatika



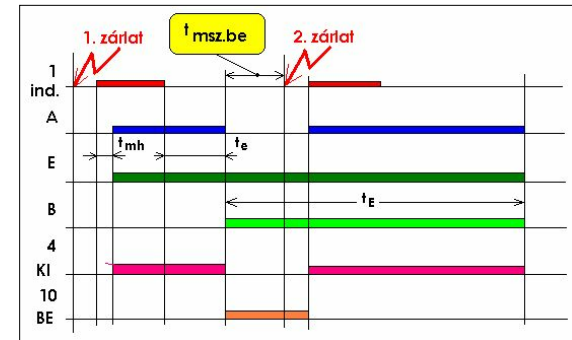
Középfeszültségű visszakapcsoló automatika (KVA)



Sikeres GVA



Sikertelen GVA



Zavarírók I.

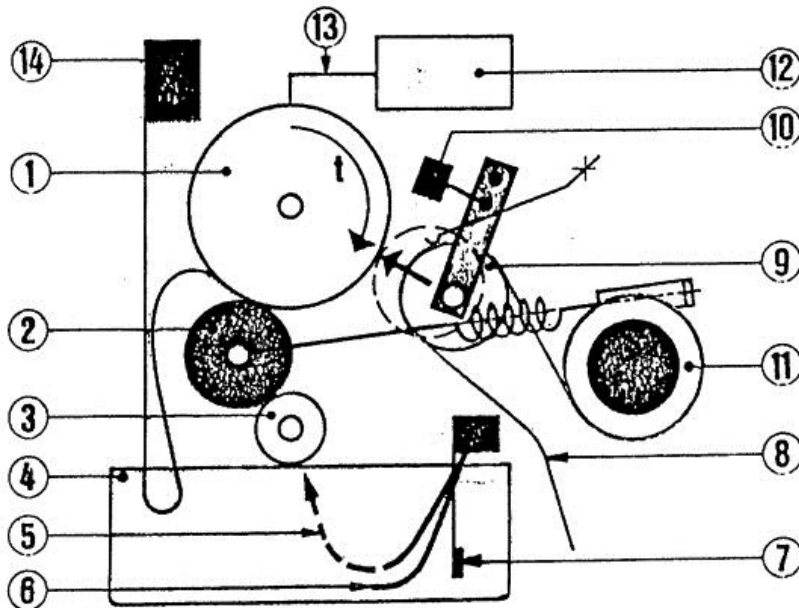
x

Elektromechanikus kivitel:

- S40, S41 oszcilopertubográf
- THOMSON-CSF (Masson-Carpentier)
- RZS4-7p – lengyel (licenc gyártmány)

Elvi felépítés:

- emlékezés~0,5 mp



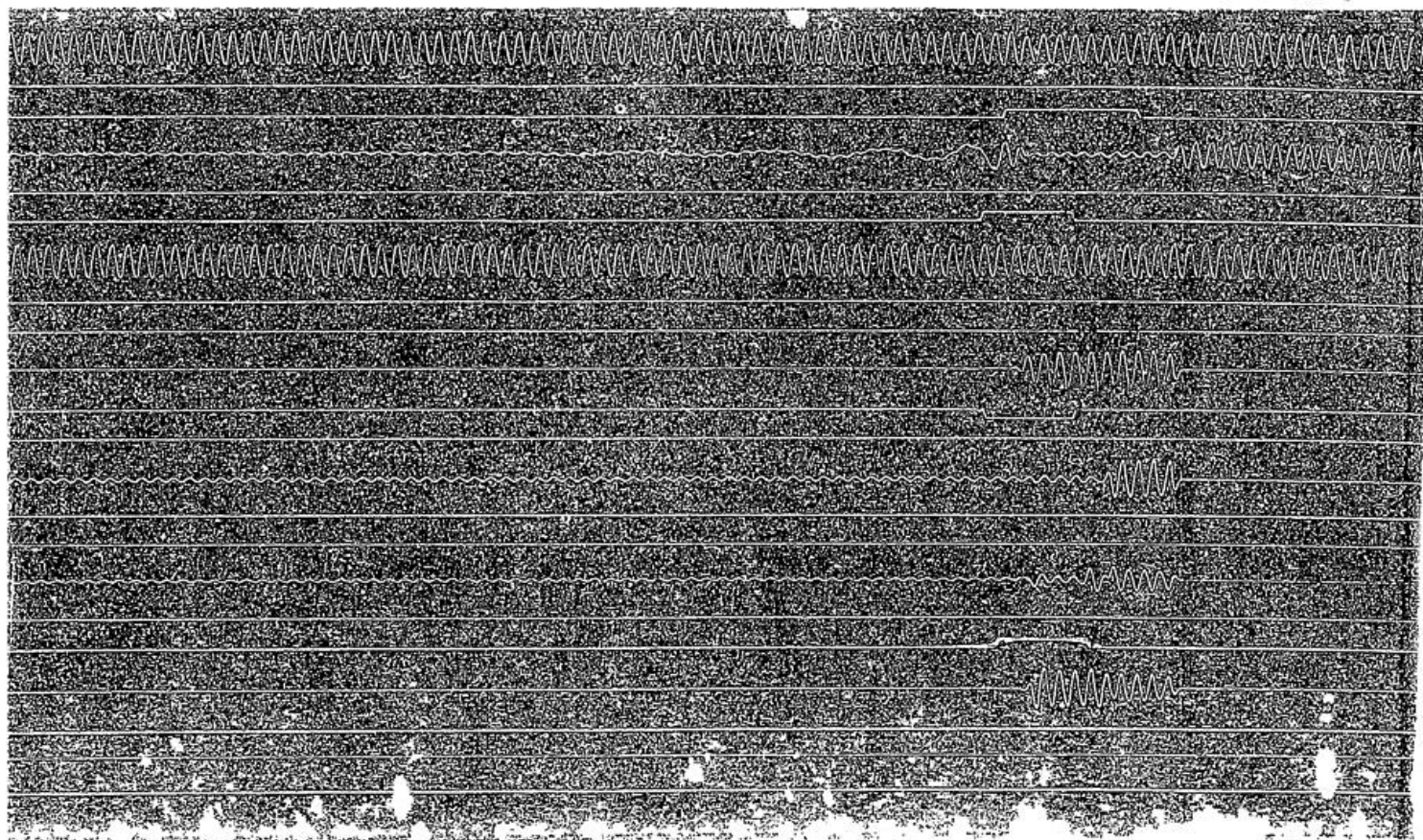
1. Íróhenger
2. Gumihenger
3. Festékhenger
4. Tintatartó
5. Festékező toll
6. Regisztráláskor festékező toll
7. Keverő
8. Papírvezető
9. Papírtovábbító henger (nemez henger)
10. Papírtovábbító mágnes
11. Papírtekercs
12. Író készülékek
13. Készülékek tollai
14. Íróhengerek lehúzó kései

Zavarírók II.

X

1994. 09.21

09.42 Detk 120 kV



KGyV

MBK

Eger 330
Eger PD

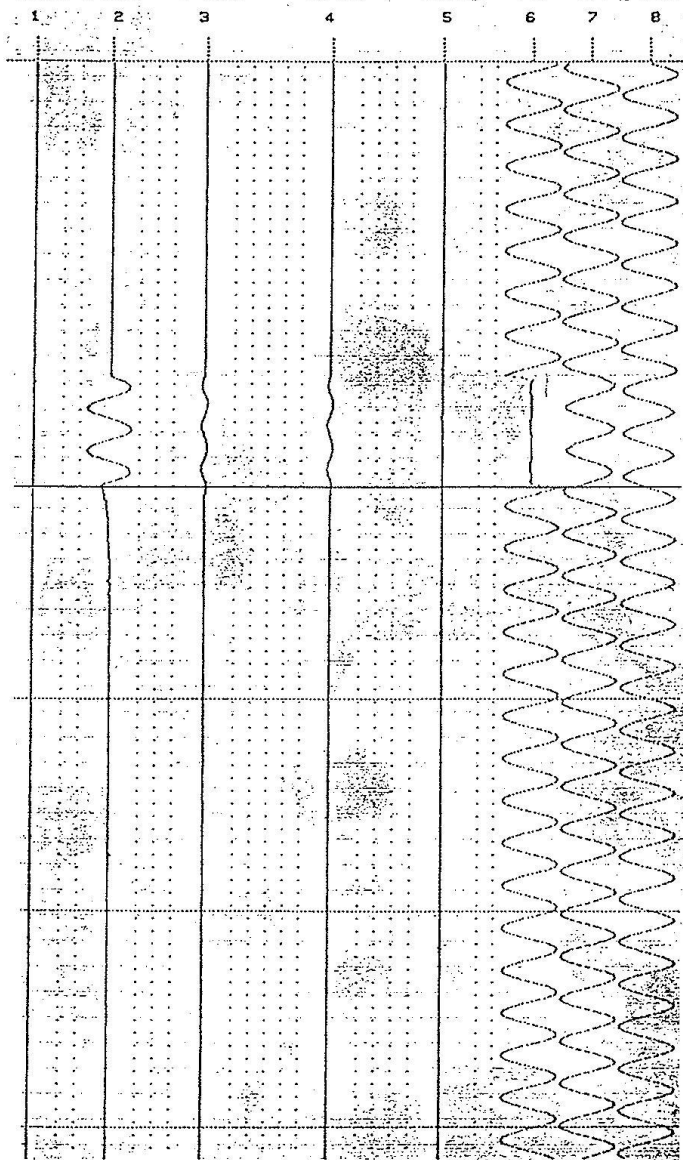
Gö 330

NB I. 330

NB II. PD
NB II. 330

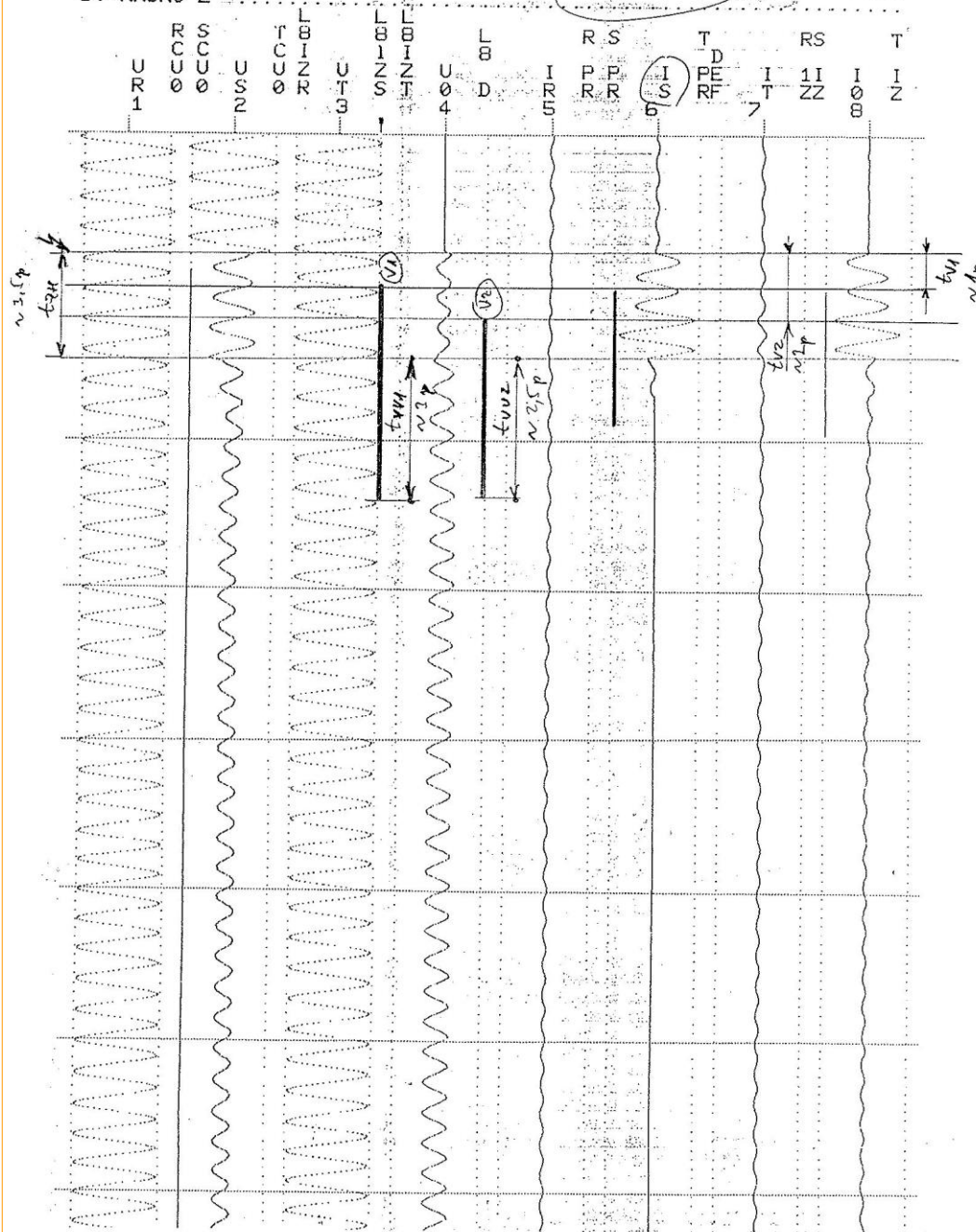
D:910406 H:100000 T
D:910407 H:100000 T

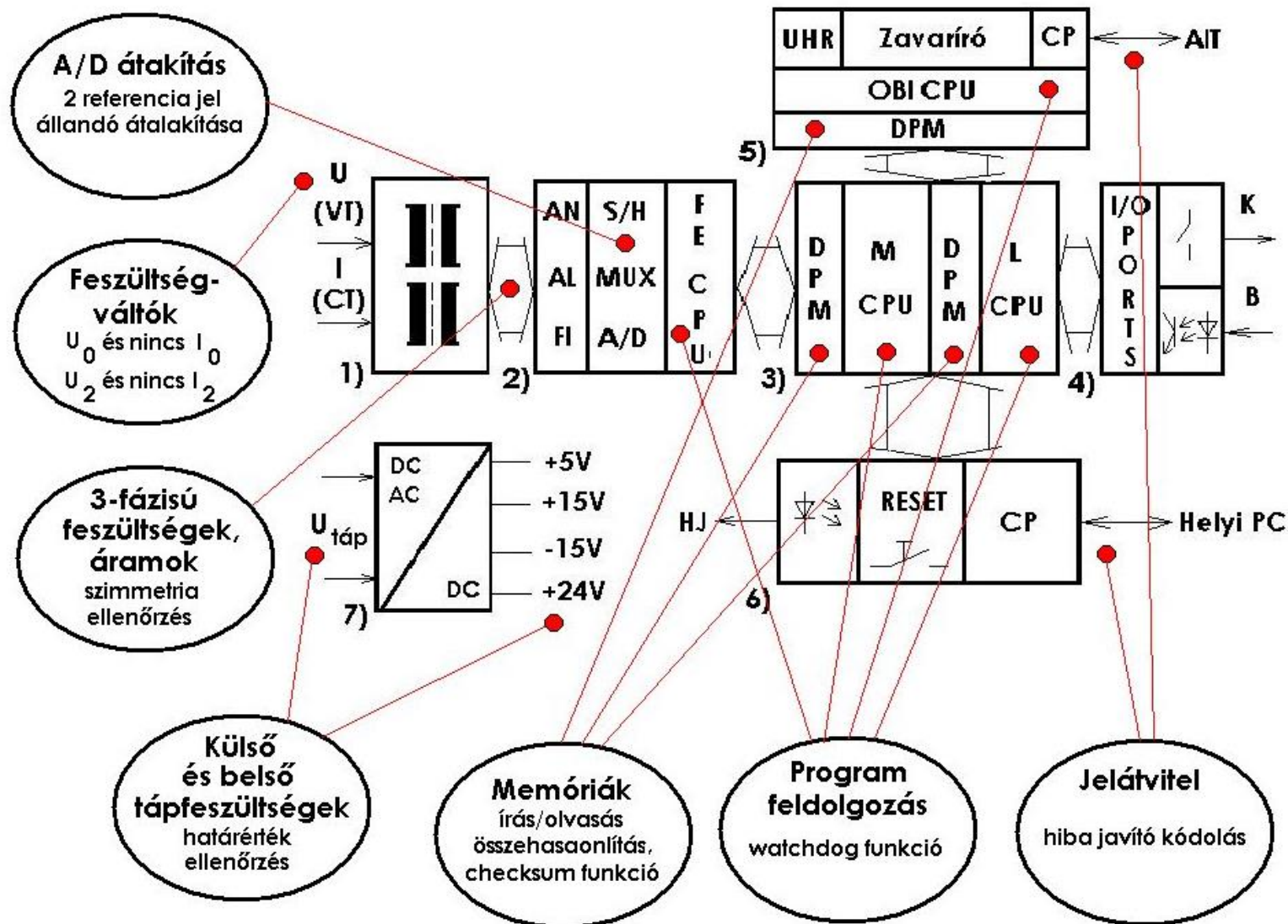
***** PAKSI ATOMERNU 400KV 2.ZAVARIRO *****
ARTUS/DEM SOREL EPC 3.1 08A 16L FE= 1000 HZ CMP: 1
SEQ: 0970/A MD: C T1=0.2S T2=0.3S D: 91/04/07 H: 13:09:3279
4BL310 3BL310 SFV310 TOP310 TART. UT0 US0 UR0
1 2 3 4 5 6 7 8



DL= < < < < < < < < < G1=4 G2=4 G3=2 G4=2 G5=4 G6=1 G7=1 G8=1
PAP= 39 M NS= 011 50.3HZ SY=H HT=10 PM=04 CS=BEAC35

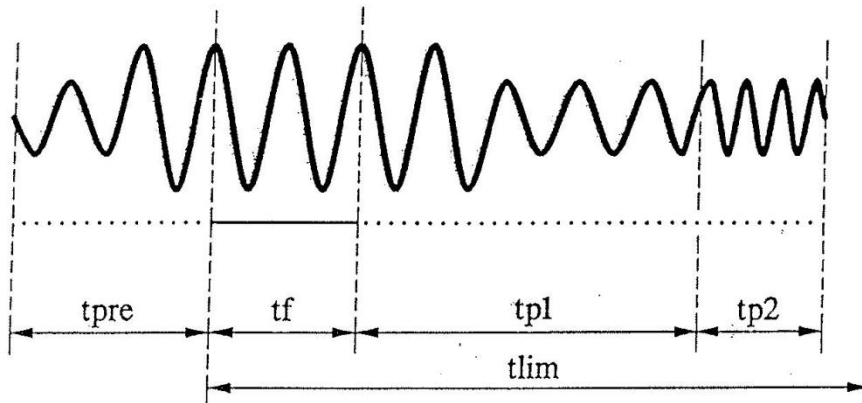
TS\TUMBR1
ARTUS/DEM SOREL EPC 4.6 08A 16L FE= 1000 HZ CMP: 1
SEQ: 0843/X MD: E T1=0.1S T2=1.1S D: 97/11/03 H: 08:26:5532
DV KRSKO 2



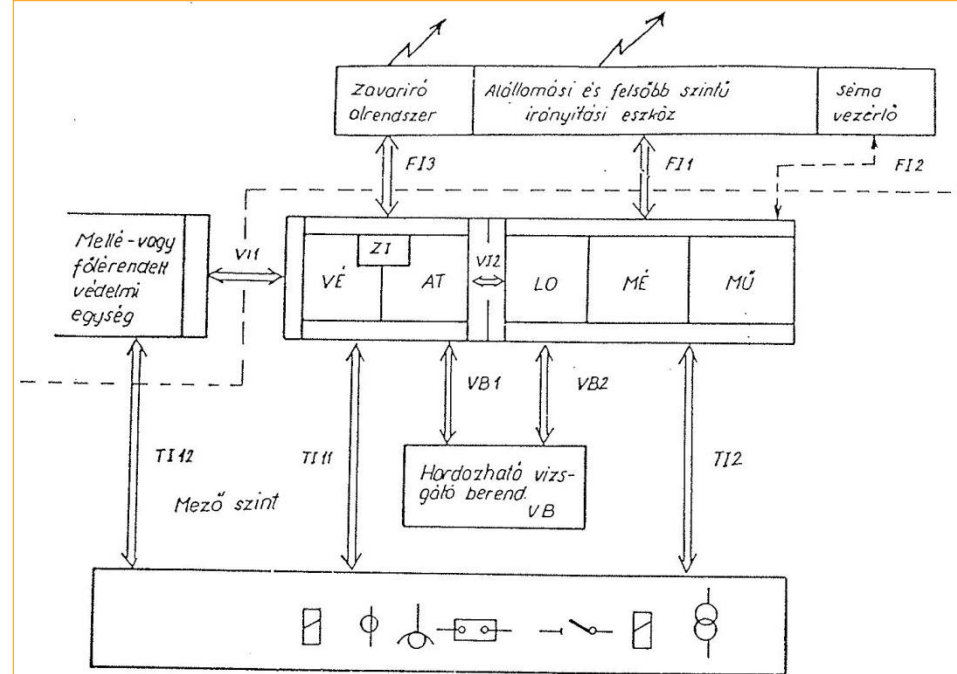
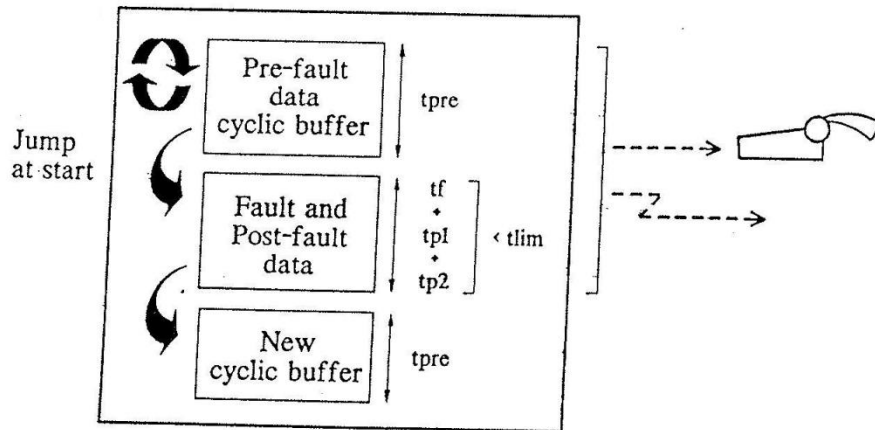


Önellenőrzés digitális védelmeknél
(selfmonitoring and supervision)

Recording Times



Data Storage



Modulok: VE Leágazási védelmek

AT Leágazási üzemszabari automatika

LO Logikai feladatokat ellátó egység

MÉ Mérési feladatokat ellátó egység

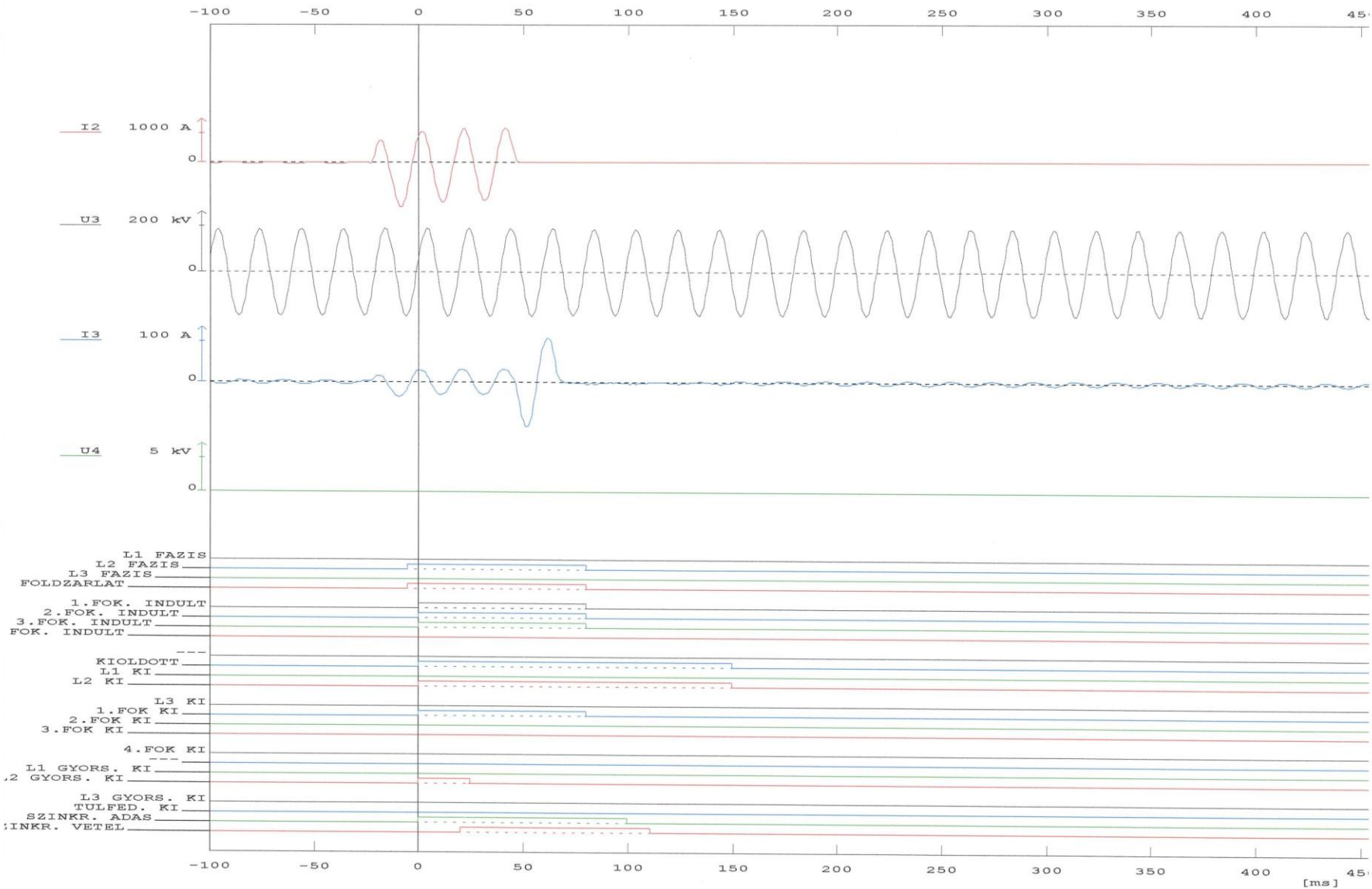
MŰ Működtetést végző egység

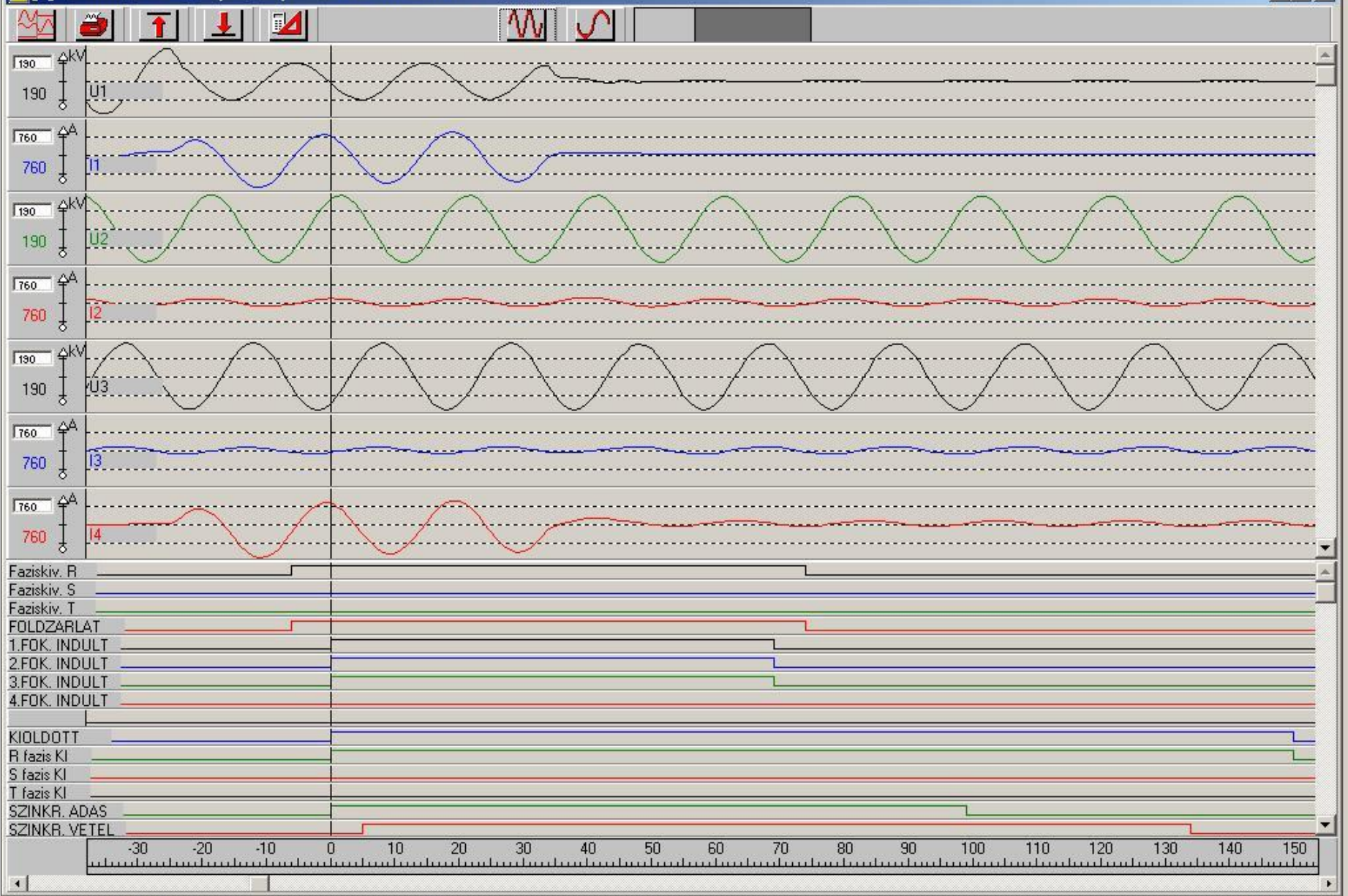
$VE + AT = MVA$ Mezővédelmi-automatika egység

$LO + MÉ + MŰ = MAM$ Mező adatgyűjtő és működtető egység

Z1 Zavariró modul

A mezőorientált intelligens eszköz (MIE) felépítése és kapcsolata a környezethez





**Budapesti Műszaki Egyetem
Villamosművek Tanszék**

Távolsági védelem.

***Tájékoztató segédanyag előadáshoz,
és a
távolsági védelem mérési utasítása,***

Összeállította:

Póka Gyula

műegyetemi adjunktus

Budapest, 2000. szeptember

TARTALOMJEGYZÉK.

1. A távolsági védelemről általában.	3
1.1. Alkalmazási terület.	3
1.2. A távolsági védelem felépítése és karakterisztikája.	3
1.3. A mérés menete.	12
1.4. A mérési jegyzőkönyv felépítése.	14
2. BBC-L3 típusú távolsági védelem. (Ajánlott anyag.)	15
2.1. Általános tudnivalók.	15
2.2. Magyar átépítések.	15
2.2. A védelem felépítése és működése.	16
3. RD7-QEVX távolsági védelem rövid ismertetése. (Ajánlott anyag.) ..	22
3.1. Általános ismeretek.	22
3.2. Felépítés.	22
3.2.1. Ébresztő szekrény.	23
3.2.2. Ellenállásszekrény.	24
3.2.3. Mérőszekrény.	25
3.2.4. Feszültség-összehasonlító szekrény.	26
3.3. Kiegészítő mérési útmutató.	27
4. ETV típusú távolsági védelem. (Ajánlott anyag.)	28
4.1. Általános tudnivalók.	28
4.2. Felépítés.	28
4.2.1. Ébresztőelemek.	29
4.2.2. Mérőelemek.	32
4.3. Beállításszámítás.	34

1. A távolsági védelemről általában.

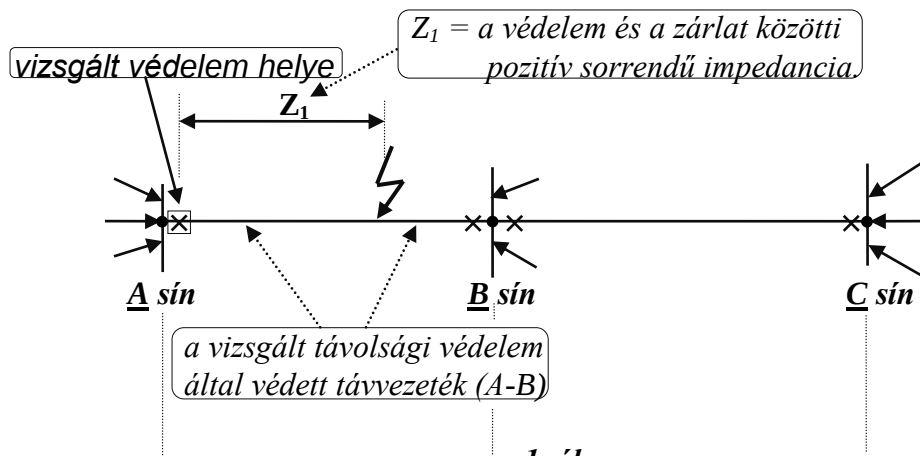
1.1. Alkalmazási terület.

A távolsági védelmet nagyfeszültségű hurokolt hálózatok távvezetékeinek zárlat-védelmére alkalmazzák.

Hurokolt hálózatra távvezetékeinek zárlatvédelmére kétféle védelem alkalmazható: *távolsági védelem*, amely lépcsős impedancia-idő karakterisztikájával és teljesítmény-irányreljével alkalmas erre, és *szakaszvédelem*, amely a két végpont villamos mennyiségeit hasonlítja össze (differenciál-elvű védelem).

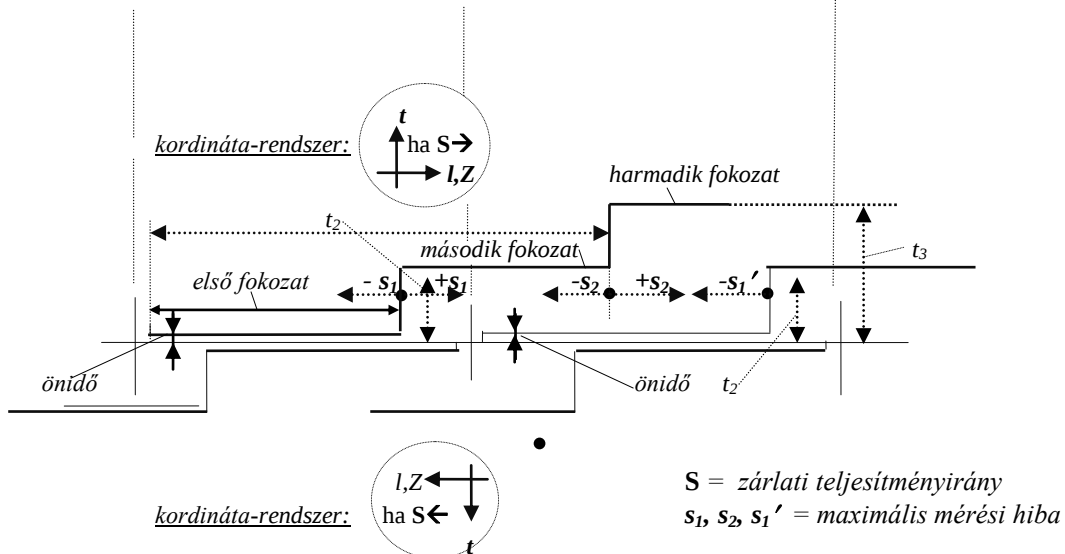
1.2. A távolsági védelem felépítése és karakterisztikája.

A *távolsági védelem által védett távvezeték*, beillesztve a hurokolt hálózatba, az 1. ábrán, míg a védelem *lépcsős karakterisztikáját*, a berajzolt koordináta-rendszerek szerint, a 2. ábrán láthatjuk:



1. ábra.

Távolsági védelem által védett távvezeték.



2. ábra.

Távolsági védelem lépcsős karakterisztikája.

A távolsági védelem első fokozata beállítását úgy kell meghatározni, hogy minél hosszabban védje a saját (védett) távvezetékét, de biztosan ne érjen át a következő távvezetékre, azaz

$$Z_I \leq \frac{Z_{AB}}{1 + \varepsilon} \Omega \dots\dots\dots (1)$$

ε a biztonsági tényező, amely a védelem, az áram- és feszültségváltók leképzési hibáit, valamint az adatismereti hibákat (pl. távvezeték impedancia) foglalja magában, szokásos értéke $\varepsilon = 0,15$. Az 1. ábra szerinti maximális mérési hiba az első fokozatra távolságban: $s_1 = \varepsilon \cdot l_{1.fokozat-beállítás}$.

Az első fokozat beállítása minél közelebb legyen az (1)-ben megadott értékhez, hogy a védett távvezeték minél nagyobb szakaszát védje pillanatműködéssel.

Az első fokozatnak pillanatműködésű, azaz pontosabban nincs szándékos késleltetése ("önidő")

A távolsági védelem második fokozatának beállítási feltételei az alábbiak:

1.) biztosan túlérjen a védett távvezetéken, azaz védje az első fokozattal nem védett szakaszt:

$$Z_{II} \geq \frac{Z_{AB}}{1 - \varepsilon} \Omega \dots\dots\dots (2)$$

Az 1. ábra szerinti maximális mérési hiba a második fokozatra távolságban: $s_2 = \varepsilon \cdot l_{2.fokozat-beállítás}$.

2.) ne ütközzön a következő távvezeték második fokozata elejével, azaz ne működhessen vele együtt bizonyos zárlatoknál (nem-szelektív kioldás):

$$Z_{II} \leq \frac{Z_{AB}}{1 + \varepsilon} + Z_{BC} \frac{1 - \varepsilon}{(1 + \varepsilon)^2} \Omega \dots\dots\dots (3)$$

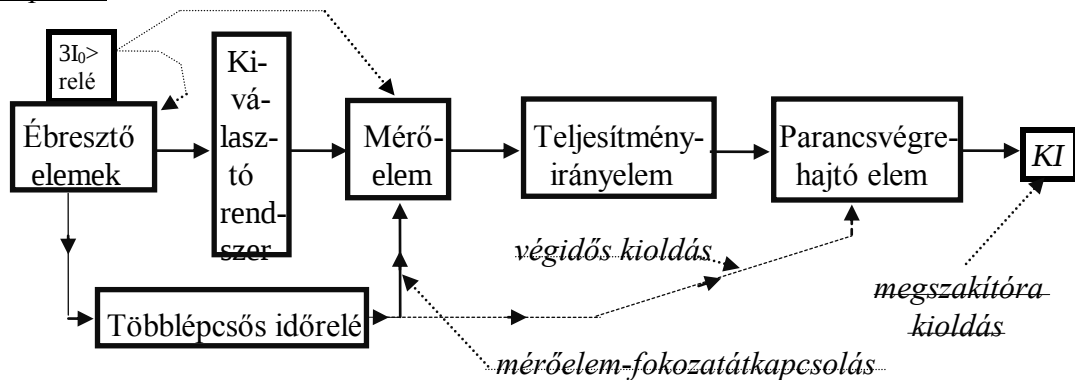
Az 1. ábra szerinti maximális mérési hiba a következő távvezeték (B-C) első fokozatára távolságban: $s_1' = \varepsilon \cdot l_{A-B \text{ fokozat-beállítás}}$.

3.) ne érjen át a differenciálvédelemmel (= pillanatműködéssel) védett transzformátorok (X_{tr} eredő) szekunder oldalára, azaz ne érjen túl az általában nem pillanatműködéssel védett közép feszültségű gyűjtősínre:

$$Z_{II} \leq \frac{Z_{AB}}{1 + \varepsilon} + \frac{X_{tr}}{1 + \varepsilon} \Omega \dots\dots\dots (4)$$

A második fokozati beállítását tehát 1.) fölé, valamint 2.) és 3.) alá kell állítani. Az így adódó határértékek közé bárhová beállítható.

Az elektromechanikus (és egyenirányítós mérési elvű) távolsági védelem felépítése a 3. ábrán látható.



3. ábra.

Elektromechanikus távolsági védelem felépítése.

Az **ébresztőelemek** feladata észlelni, hogy zárlatos állapot van-e, azaz a vezeték ki kell kapcsolni, vagy normál terhelési, túlterhelési, lengési stb. állapot uralkodik, azaz a vezeték nem kell kikapcsolni. Ha az ébresztőelemek egyike vagy több megszólal, élesítik ("indítják", "ébresztik") a védelmet. Emellett feladatuk megállapítani, hogy milyen zárlat lépett fel (3F, 2F, 2FN, FN), és mely fázis(ok)ban. Indítják a *többlépcsős időrelét*.

Az **ötlépcsős időrelét** az ébresztőelemek indítják. Ezen lehet beállítani a második, harmadik, stb. fokozat késleltetését. Ha nincs az (önidős) *első fokozatban* zárlat, azaz nincs kioldás, a beállított késleltetés után az időrelé átkapcsolja a mérőelemet a hosszabb *második fokozatra*. Ha ebben a zónában sincs zárlat, az időrelé fut tovább, és (ha van harmadik fokozat) átkapcsol a *harmadik mérőelem-fokozatra*. Ha ebben sincs zárlat (vagy nincs harmadik mérőfokozat), akkor az ébresztőelem megszólalására működő "*végidő*" lefutása után a 3. ábrán vázolt módon áthidalja a mérő- és irányelemet, és közvetlenül kioldást létesít.

A **kiválasztó rendszer**-nek akkor van feladata, ha *egymérőelemes* távolsági védelemről van szó. Ekkor a kiválasztó rendszer, azaz az ébresztőelemek és a $3I_0 >$ relé *segédreléi* kiválasztják a mérőelemre a zárlatos feszültséget és áramot a zárlat fajtája és fázisa szerint. Többmérőelemes távolsági védelemnél – az ETV és az összes elektronikus és mikroprocesszoros védelem ilyen – a kiválasztó rendszernek nincs szerepe, így az elmarad.

A **teljesítmény-irányelem** feladata megállapítani, hogy a zárlat a védelem előtt, azaz a védett vezetéken lépett-e fel, ekkor engedélyezi a kioldást, vagy a háta mögött, azaz a gyűjtősinen vagy a többi vezetéken lépett-e fel, ekkor reteszrel (lásd később részletesen).

A **mérőelem** feladata megállapítani, hogy a zárlat az első, második, stb. fokozatban lépett-e fel, és eszerint kioldást adni, vagy reteszelni.

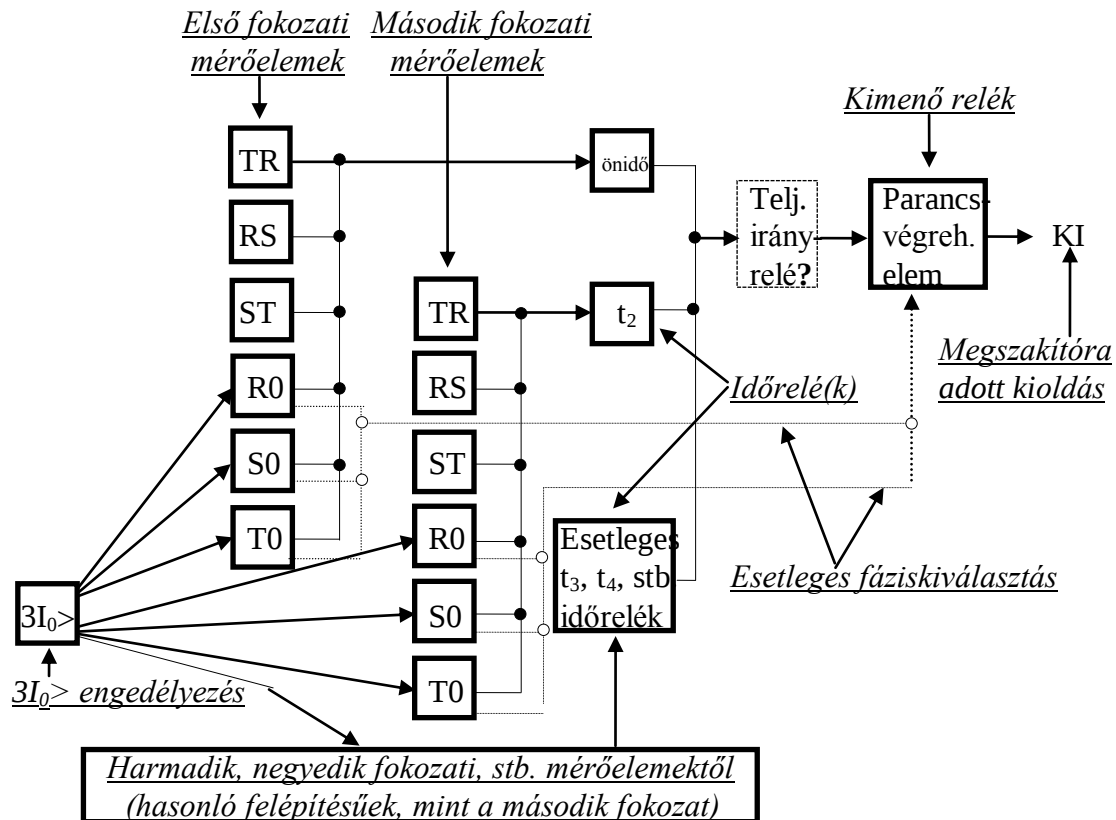
A **parancsvégrehajtó elem** feladata a védelem kioldó parancsát a vezérelt megszakító kioldó tekercsének megfelelő nagy teljesítménnyel továbbadni. A parancsvégrehajtó elem mindig elektromechanikus segédrelé, még az elektronikus és digitális védelmeknél is.

A **zérussorrendű túláramrelé** ($3I_0 >$) feladata megállapítani, hogy fázisok közötti zárlat, vagy földzárlat lépett-e fel, ez utóbbi esetben ($3I_0 >$) megszólal, és:

- elektromechanikus védelmeknél átkapcsolja az ébresztőelemek és a mérőelemek feszültségét vonaliról fázisfeszültségre,
- elektronikus vagy mikroprocesszoros védelmeknél élesítik az összes földzárlati mérőelemet (ritkán: letiltják a fázis-mérőelemeket).

Az ***elektronikus és mikroprocesszoros távolsági védelmeknél*** a felsorolt részek gyakran nem ismerhetők fel tisztán. Ezek a védelmek mindig többmérőelemesek, azaz minden fázisban, és minden zárlatfajtára külön mérőelem van kialakítva: R0, S0, T0, TR, RS, ST, háromfázisú zárlatot az (5) alapján 2F méréssel jól érzékeli. Egy fokozatban tehát 6 mérőelem van, és ez szorzandó a fokozatok számával. Így tehát nincs szükség kiválasztó rendszerre. Mivel a földzárlatokra kialakított mérőelemekkel a fáziskiválasztás is megvalósítható, ezért gyakran elmarad az ébresztőelem is. Az ötlépcsős időrelé szerepét a minden fokozatra külön kialakított *egyedi időrelék* veszik át. A *végidőt* ilyenkor az utolsó fokozat időreléje adja. A teljesítmény-irányelem pedig gyakran a mérőelemekbe összevonásra kerül (eleve irányítottak, pl. poligon-karakterisztikával, lásd 5. ábra).

A fentiek alapján az *elektromechanikus és egyenirányítás távolsági védelem felépítése* a 4. ábrán látható (további fokozatok a másodikhoz hasonlóan alakulnak).



4. ábra.

Elektronikus és digitális távolsági védelem felépítése.

Minden távolsági védelem mérőeleme a **3F és a 2F zárlatokat** az alábbi egyenlet szerint érzékeli (TR kétfázisú zárlatot véve alapul):

$$Z_m = \frac{U_R - U_T}{I_R - I_T} = Z_1 \dots\dots\dots (5)$$

azaz a mérőelemek a védelem és a zárlat helye közötti Z1 pozitív sorrendű impedanciát érzékeli (1. ábra). Más kétfázisú zárlati variációt (RS, ST) ciklikus fáziscserével méri. 3F zárlatot bármelyik 2F fázisvariáció helyesen méri, tehát még egy mérőelem nem szükséges.

Ugyancsak minden távolsági védelem mérőeleme **FN zárlat** felléptekor az alábbi egyenlet szerint érzékeli:

$$Z_m = \frac{U_f}{I_f + \alpha \cdot 3I_0} = Z_1 \dots\dots\dots (6)$$

ahol

$$\alpha = \frac{\frac{Z_{tv,0}}{Z_{tv,1}} - 1}{3} \dots\dots\dots (7)$$

α a védett távvezeték állandóiból (pozitív és zérussorrendű impedanciáiból) számítható beállítandó állandó. Az egyenlet szerint a mérőelemek **FN zárlat** mérésakor is a védelem és a zárlat helye közötti Z1 pozitív sorrendű impedanciát érzékeli (1. ábra) [az (5), (6) és a (7)} egyenletek szerinti Z_1 érzékelés szimmetrikus összetevőkkel bebizonyítható].

Bebizonyítható, hogy a 2FN zárlat bármelyik egyenlettel (2F, FN) helyesen érzékelhető, a védelem és a zárlat helye közötti Z1 pozitív sorrendű impedanciát érzékeli.

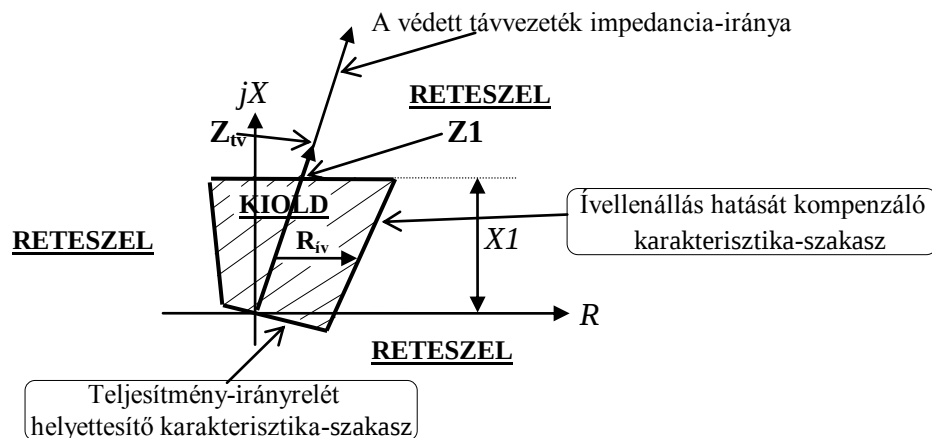
Így elérhető, hogy a fokozatok mérőelemei minden fajta és minden fázisvariációjú zárlatot azonos távolságban érzékelnek. Ha tehát a védelem fokozatait egyszer beállították, akkor a fokozathatárok minden zárlatfajtára azonosak maradnak.

Természetesen a különböző fázisvariációjú zárlatok méréséhez az (1) és (2) egyenletek áram- és feszültségértékeit megfelelően ciklikusan cserélni kell.

A teljesítmény-irányelem feladata az, hogy megállapítsa, vajjon a zárlati teljesítmény *előre*, azaz a védelemtől a védett távvezeték irányába folyik-e, vagy *hátra*, azaz a védelem mögé. Ha előre, akkor engedélyezi a kioldást, ha hátra akkor reteszeli, letiltja.

Elektromágneses relénél lehetséges irányított impedancia-karakterisztika (MHO karakterisztika, lásd a 8. ábrán), ekkor a mérőrelé és az irányrelé egy egységet képez.

Elektronikus és félvezetős védelmeknél általában a fokozatok impedancia-karakterisztikája irányított, azaz magában foglalja a teljesítmény-irányelemet is. Ilyen karakterisztika pl. a gyakran alkalmazott, úgy nevezett *poligon karakterisztika*, példaként látható az 5. ábrán.



Z_{tv} = a védett távvezeték impedanciája

Z_1 = az első fokozat határa

X_1 = az első fokozat reaktanciája

5. ábra.
Poligon karakterisztika.

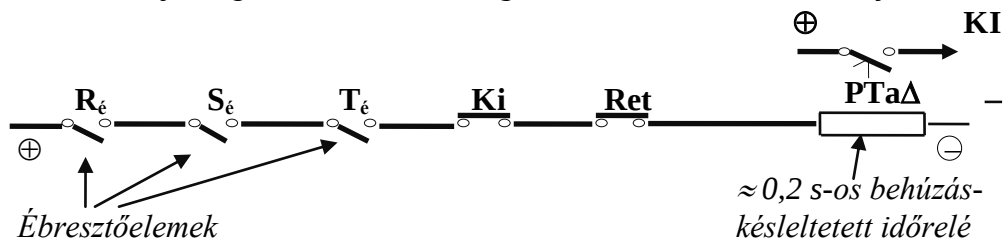
Elektromechanikus védelmeknél csak egy teljesítmény-irányelem van beépítve, így a kiválasztó rendszernek a teljesítmény-irányelemre jutó áramokat és feszültségeket is ki kell választani.

A teljesítmény-irányelemre is a zárlatos áramot kell kiválasztani. A zárlatos feszültséggel azonban probléma adódik. Közele zárlatkor ugyanis a feszültség letörik, esetleg zérus lesz, ahhoz nem lehet az áram irányát mérni. Ekkor úgy nevezett *holtsáv* keletkezik. Ezért minden távolsági védelemnél a zárlatos feszültség helyett az egyik ép feszültséget választják ki polarizálásra. Pl. R0 zárlatnál szokásos az ST vonali feszültséget választani (az irányrelé ψ belső szögén ekkor természetesen $\kappa = 90^\circ$ -ot változtatni kell). Ezzel a módszerrel minden aszimmetrikus zárlatra teljes holtávmentesítés érhető el.

Polarizáló feszültségre az elektronikus és digitális védelmeknél is szükség van, hiszen pl. az 5. ábrán látható teljesítmény-irányrelét helyettesítő karakterisztika-szakasz igényli ezt.

Közele fémes háromfázisú zárlat esetén azonban, amikor minden épfázisú feszültség is letörik, a holtáv a polarizáló feszültség alkalmazása ellenér megmarad. Erre az esetre holtávmentesítés céljára több megoldás létezik. A mérésben szereplő három védelem három különböző módon oldja meg a holtávmentesítést.

A BBC-L3 típusú, teljesen elektromechanikus védelemnél az úgy nevezett holtsávkioldó oldja meg a kérdést. Ennek logikai vázlatát a 6. ábra mutatja.



6. ábra.
Holtsávkioldó.

A holtávkioldó tehát működik, azaz kioldást hoz létre, ha háromfázisúlag ébredt a védelem, ha nincs se kioldás, se reteszelés (középállás, bizonytalan helyzet), és ha a Pta Δ időrelé lefutott.

Az RD7-QEVX típusú, egyenirányítós mérési elvű, elektromechanikus védelemnél előirányítás van alkalmazva. A prioritás elvét használja fel, azaz hogy fontosabb a zárlatot egyáltalán megszüntetni, mint szelektíven, gyorsan, stb. Ha a teljesítmény-irányrelé holtáv miatt nem tudna működni, akkor középállásban lenne. Ehelyett rugókkal úgy szabályozzák be az irányrelét, hogy nyomatékmentes állapotban éppen zárja kioldó irányú érintkezőjét, így megengedi a kioldást közele háromsarkú fémes zárlatra. Ennek ára is van: néha mögöttes háromsarkú zárlatnál nem szelektíven is működhet a védelem.

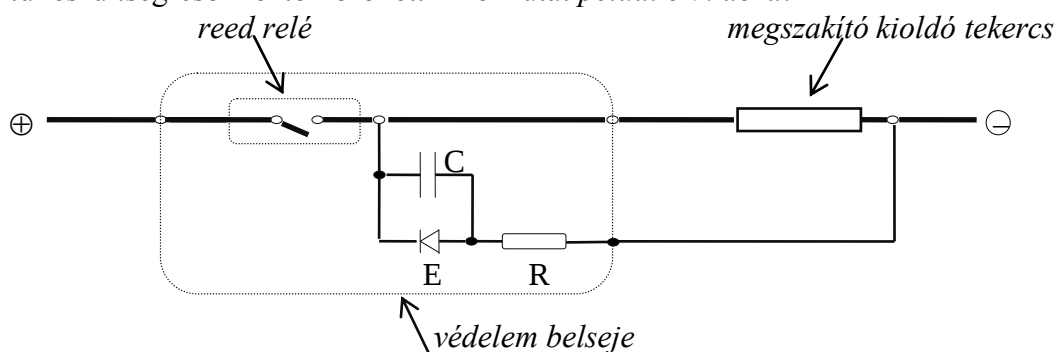
Az ETV típusú elektronikus távolsági védelemnél, és minden elektronikus távolsági védelemnél az úgy nevezett emlékező kapcsolást alkalmazzák. A feszültségváltók 50 Hz-re hangolt rezgőkört táplálnak, és ha közele háromsarkú fémes zárlat keletkezik, a rezgőkör a zárlat előtti feszültséget fázis-helyesen szolgáltatja az irányelemnek.

A kapcsolásnak két problémája van. Egyik szerint üzemzavaros állapotban előfordulhat, hogy a hálózat frekvenciája kissé alacsonyabb, mint 50 Hz, így a *rezgőkör feszültsége*, és a végtelen távoli generátor-feszültség, azaz a vele együtt váltakozó *zárlati áram* lassan elfordul egymáshoz képest, és rövid időn belül hibás működés (hibás kioldás vagy hibás reteszelés) jöhet létre. Hogy ezt elkerüljék, az emlékező kapcsolást kb. 0,2 s múlva hatástalanítják. Ez megengedhető, mert közeli háromsarkú fémes zárlatnál azonnal, első fokozatban kell működni a védelemnek. Ha tehát a távolsági védelem nem old ki azonnal, akkor nem előtte volt a közeli zárlat.

Másik probléma az, hogy ha a védett távvezeték megszakítóját bekapcsolva jön létre egy közeli háromsarkú fémes zárlat (pl. fennhagyott földelés miatt), akkor a *zárlat előtt sem, és a zárlatkor sem* volt feszültség, így nincs mire emlékezni. Ekkor logikai módszert lehet alkalmazni: a bekapcsoló paranccsal információt juttatnak a védelembe, amely kb. 0,2 s-ra *rövidre zárja* a mérő- és irányelemet, így ha bekapcsoláskor zárlat lép fel, a védelem azonnal, pillanatműködéssel, már ébresztésre háromsarkú végleges kioldást hoz létre.

Mikroprocesszoros védelmeknél a szokásos megoldás speciális emlékező kapcsolás. Példaként egyik védelemben úgy oldják meg a polarizáló feszültség problémáját, hogy ha a mintavételi feszültség nem elegendő nagy, akkor a relé az egy periódussal előtte mintavételezett, feltehetően ép feszültségértékkel méri teljesítményirányt. Rákapcsolásos zárlatnál ez a feszültség is nulla. Ekkor a teljesítmény-irányrelé *a két nulla feszültségérték alapján* engedélyezi a kioldást.

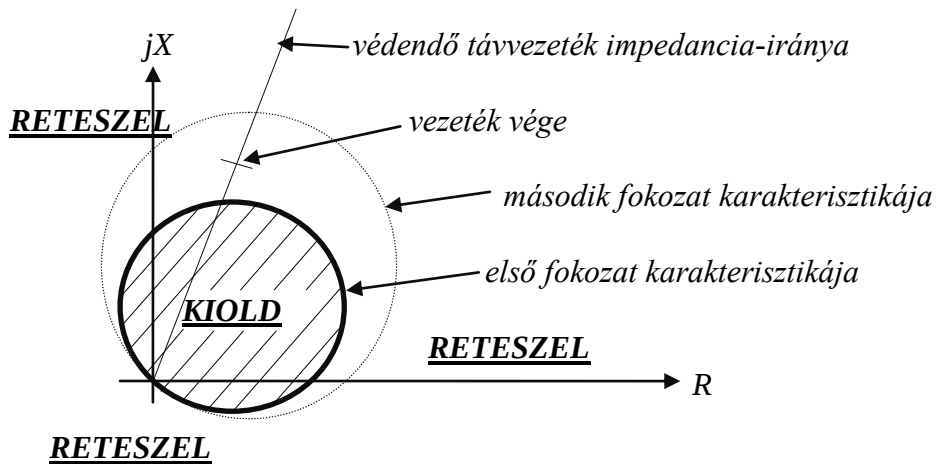
A parancsvégrehajtó elem olyan berendezés, amely a megszakító kioldó-tekercsét közvetlenül működtetni tudja. Erre a **BBC-L3** és az **RD7-QEVX** típusú védelemben, mivel azok elektromechanikusak, külön *segédrelé* szolgál (PD, illetve E). Az ETV elektronikus védelem, ezért ebben elvben lehetne használni tirisztort is, de a gyakorlatban az nem bizonyult eléggé megbízhatónak. Elektronikus és mikroprocesz-szoros védelmeknél *egyrészt* úgy nevezett *print-relét* alkalmaznak, amely olyan kis segédrelé, amelyet a nyomtatott áramköri lapra (angolul *printed circuit board*, innen a neve) be lehet ültetni és beforrasztani, *másrészt* úgy nevezett *reed relét*, amely üvegcsőbe forrasztott két ferromágneses érintkező, ezeket az üvegre ráhelyezett tekercs gerjesztése működtet. A reed relé előnye az igen gyors működés, önideje kisebb, mint 1 ms. Gyors kikapcsolása azonban problémát okoz, *egyrészt* azért, mert pl. tiszta rezisztencia, különösen jelző izzólámpa bekapcsolásakor (a nagy bekapcsoló áramlökések miatt) összeragadhat, *másrészt* azért, mert az áram megszakításkor a működtetett elemnek (pl. megszakító kioldó tekercsének) az induktivitásán igen nagy túlfeszültség jön létre, ez tönkreteszi a védelmet és a berendezést. Ez utóbbinak elkerülésére *mindig* kell alkalmazni túlfeszültség-csökkentő kört. Erre mutat *példát* a 7. ábra.



7. ábra.

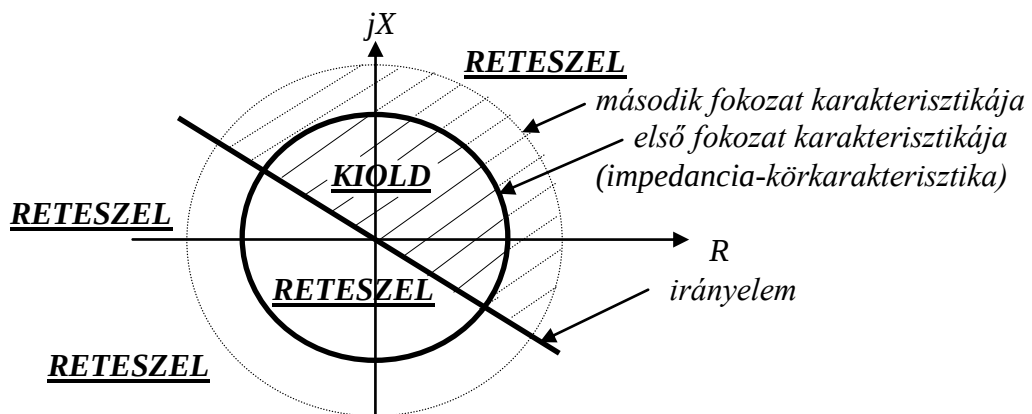
Reed relé túlfeszültség-csökkentő köre.

A mérőelemet és az irányelemet a BBC-L3-as és az ETV védelemnél összevonják, és egyetlen *irányított impedancia-relét*, úgy nevezett MHO karakterisztikájú mérőelemet alakítanak ki. Az elnevezés abból adódik, hogy a relé karakterisztikája az admittancia-síkon egyenes, amely nem megy keresztül az origón. A relé önmagában képes mind impedanciafokozatok mérésére, mind teljesítményirány megállapítására, így a külön teljesítmény-irányrelé hiányzik. A karakterisztika a 8. ábrán látható.



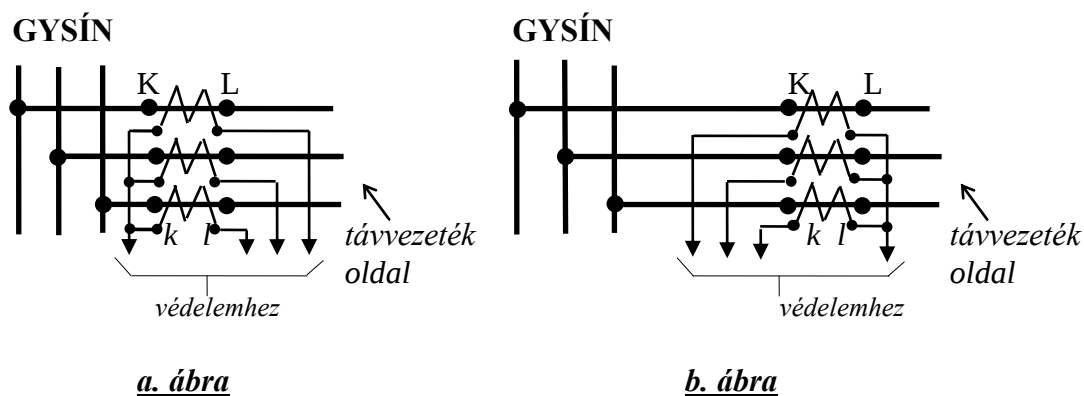
8. ábra.
Mérőelem MHO karakterisztikája.

Az RD7-QEVX távolsági védelemben külön elemek vannak a két célra beépítve. A karakterisztikát a 9. ábrán láthatjuk.



9. ábra.
RD7-QEVX védelem mérő- és irányelemének karakterisztikája.

A távolsági védelembe be kell kötni a feszültségváltók és áramváltók szekunder tekercseit.. A feszültségváltók bekötése egyértelmű: Yy0 kapcsolást kell alkalmazni. Az áramváltók szekunder oldalát is csillagba kell kötni. A szekunder csillagpont képzésére azonban kétféle megoldás is lehetséges: vagy a gyűjtősín felől, vagy a vonal felől képezni. A svájci (pl. BBC-L3), a magyar (pl. ETV) és általában az angol védelmeknél a gyűjtősín (GYS) felőli csillagpont van előírva (a.), míg a német (pl.RD7) reléknél a vonal felőli (b.). A kétféle bekötés a 10. ábrán látható.



10. ábra.
Áramváltók szekunder köreinek bekötése.

1.3. A mérés menete.

Minden mérésnél először meg kell ismerkedni a helyszínnel.

A BBC L3 védelem működésének bemutatása úgy lehetséges, hogy a mellette lévő hálózati modell áramváltóira és feszültségváltóira az L3 védelembe már bekötött vezetékeket a mérésben résztvevők rácsatlakoztatják.

A vezetékek jelölése:

első vezeték:	$3I_0$	piros színű	} zöld dugók
második vezeték:	I_R	fekete színű	
harmadik vezeték:	I_S	kék színű	
negyedik vezeték:	I_T	piros színű	
ötödik vezeték:	U_0	fekete színű	} piros dugók
hatodik vezeték:	U_U	kék színű	
hetedik vezeték:	U_V	piros színű	
nyolcadik vezeték:	U_W	fekete színű	
kilencedik vezeték:	kioldás	kék színű,	sárga dugó

Az RD7QEVX védelemnél szintén be kell kötni a csatlakozó vezetékeket. A védelem alatti bedugaszolt rövid vezetékeket kell használni (U_R , U_S , U_T , U_0 ; I_R , I_S , I_T , I_0 ; kioldás). A bekötés a feliratok alapján elvégezhető. A méréshez ugyanazt a kismintát kell használni, mint az BBC L3 védelemnél.

Az ETV védelem bekötése eleve kész, fix. A mérést az előzőektől eltérő másik kismintán lehet elvégezni.

A mérés előtt minden résztvevőnek meg kell keresni a vészkipcsoló nyomógombot (a mérésvezető megmutatja), és bármely rendellenesség, vagy veszély esetén meg kell nyomni.

A minta egyen- és váltakozóáramú kapcsolóinak bekapcsolását a mérés átvizsgálása után *csak a mérésvezető végezheti*. Utána a vizsgált védelem bekötésén nem szabad változtatni. Ekkor a sémán lévő megszakító be- és kikapcsolását a működtető nyomógombokkal ki kell próbálni. Utána következnek a zárlatképzések. Csak a zárlatképzéshez szükséges vezetékeket szabad használni, FN és 2F zárlatnál két, 3F zárlatnál három vezeték. A vezetékvégeket megérinteni, vagy a minta fémes részeihez érinteni nem szabad. Zárlatot csak az erre a célra rendelkezésre álló *zárlatképző kapcsolóval* szabad létesíteni, annak mind a négy kivezetése rövidrezáródik. A *kikapcsolt* távvezeték-megszakító mellett kell a kívánt zárlat helyét a zárlatképző kapcsoló banánhüvelyével összehuzalozni, a zárlatképző kapcsolót kikapcsolt helyzetbe hozni, a mintát a távvezeték-megszakítóval bekapcsolni, majd a zárlatképző megszakító bekapcsolásával létrehozni a zárlatot. Figyelembe kell venni, hogy a földvisszavezetésnek is van impedanciája, ezért FN és 2FN zárlatoknál *a földet mindig a zárlati helyről kell venni*. A zárlatfajták és a zárlati helyek sorrendjét a mérésnél a 11. ábra táblázata szerint ajánlott végezni (1. vez. jelenti a védett távvezeték, 2. vez pedig az azt követőt).

A zárlatok létesítésénél a védelmek működnek. Mivel a működés gyors, azt ember nem tudná követni. A működésről ezért a védelem maradó jelzéseket ad, amelyeket le kell olvasni, majd a jelzéseket nyugtázni.

Mindegyik mérés befejezése után a helyszínt eredeti állapotba kell rendezni, a vezetékeket kihúzni, stb.

1.4. A mérési jegyzőkönyv felépítése.

A mérési jegyzőkönyv elején a szokásos adatok (név, mérési csoport, évfolyam, dátum, mérésvezető, stb.) kerülnek. A mérési jegyzőkönyv első lapja a mérésvezető által átadott formanyomtatvány. *Mindhárom védelem mérésénél a következő adatokat kell beírni:*

- a vizsgált védelem típusa, szekunder feszültség- és áram-adatai és *rövid leírása* (összesen " - 1 oldal védelmenként),

- a zárlatképzésekre használt *kisminta egyvonalas kapcsolási sémája* (BBC és RD7 védelmeknél ugyanaz a séma, ETV-nél egy másik) bejelölve a zárlati helyeket,

- utána a mérési eredményekről védelmenként egy táblázat (lásd mintaként a BBC védelemre a 11. ábrát, de ez csak példa),

- az ETV védelem jegyzőkönyvének ezenkívül a távolsági védelem *beállításszámítását* is teljes egészében tartalmaznia kell.

Egyes esetekben lehetséges, hogy a védelem működése vagy jelzése *hibás*, ez esetben a jegyzőkönyvbe a *minősítés helyén "hibás"* szöveget kell beírni.

Az egyes védelmek *lehetséges jelzései* az alábbiak lehetnek:

BBC-L3: *ébresztés:* PAR, PAS, PAT, $3I_0$ *relé:* PE, $2F$, $3F$ *zárlat:* PSW, *fokozatok:* PSII, PSIII, *holtsávkioldó:* Pta Δ , *kioldás:* PD, *végidős kioldás:* ébresztés + PSII, PSIII, Pta Δ , PD, *holtsávkioldás:* más jelzések mellett PD, Pta Δ .

RD7-QEVX: *ébresztés:* R, S, T; $3I_0$ *relé:* 0; *kioldás:* E; *fordított zárlati teljesítmény:* Q_t,

időfutás közvetlenül leolvasható az időrelé piros vonszolt mutatójánál

ETV: *ébresztés:* A, B, C, $3I_0$; *kioldás:* A, B, C; *fokozat:* I, II, III (III. a végidő) [a jelzéseknél szereplő másik két fokozat a mérésnél nem fordul elő.]

Mé- rés sor- szá- ma	Zárlat fajtája és fázisa	Zárlat helye	A védelem jelzései	Jelzések alapján milyen működés volt	Minő- sítés
1.	R0	1.vez.0 %	PAR,PE,PD	1.fok.KI	HELYES
2.	S0	1.vez.50 %	PAS,PE,PD	1.fok.KI	HELYES
3.	T0	1.vez.90 %	PAT,PE,PD	2.fok.KI	HELYES
4.	RT0	2.vez.10 %	PAR,PAT,PSW,PSIII,PE,PD	2.fok.KI	HELYES
5.	SR	2.vez.50 %	PAS,PE,PSIII,PD	2.fok.KI	HELYES
6.	TS	2.vez.90 %	PAT,PE,PSIII, Pta Δ ,PD	végidő KI	HELYES
7.	RST	Trafon túl	PAR,PAS,PAT, PSIII,PSII,PE,PD	2.fok.KI	HELYES
8.	R0	Véd.mögött	PAR,PE,PSIII,PSII, ,PD	Visszapill.	HELYES
9.	stb.	stb.	stb.	stb.	stb.
n-1.	stb.	stb.	stb.	stb.	HIBÁS
n.	stb.	stb.	stb.	stb.	stb.

11. ábra.

Példa (BBC-L3) a mérési jegyzőkönyv eredménytáblázatára.

2. BBC-L3 típusú távolsági védelem.

(Ajánlott anyag.)

Generáció: elektromechanikus védelem.

Gyártó cég: Brown Boveri Co. Baden, Svájc.

Gyártás ideje: kb. 1960.

Működési önideje: kisebb, mint 100 ms.

2.1. Általános tudnivalók.

A magyar összefüggő országos villamosenergia-rendszer a negyvenes évek végére alakult ki. Az akkor 120 kV-os legnagyobb feszültségű alaphálózat alapvédelmeként - kisebb kitérő (Križik gyártmányú D200 védelem) után - a svájci BBC-L3 típusú védelmet választották ki a magyar védelmes szakemberek. A BBC-L3 az elektromechanikus védelmek egyik legmegbízhatóbb típusa volt. A hatvanas évek közepéig kizárólag ezt a védelmet alkalmazták a magyar nagyfeszültségű hálózaton. Későbbi korszerűtlensége miatt több, mint két évtizeden keresztül folyt rekonstrukciós kicserélése. Csak néhány évvel ezelőtt tűnt el a magyar alaphálózatról.

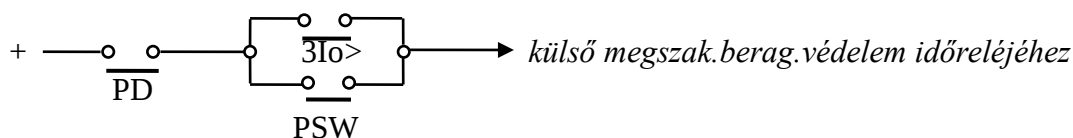
2.2. Magyar átépítések.

Az L3 védelmet a magyar igényeknek megfelelően átalakították. Erre módot adott könnyű szerelhetősége, "Märklin"-rendszerű felépítése. A főbb átalakítások az alábbiak voltak:

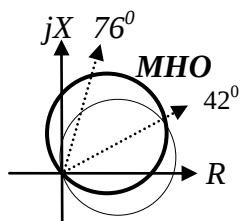
1.) Az L3 védelem magában foglalta az egy- és háromfázisú visszakapcsoló automatikát is (négyállású automatika-üzemmódváltó kapcsoló, PTrW, PTaW és PTrH időrelék), azonban ez a magyar megszakítókat nem tudta működtetni, mert olyan megszakítót vett alapul, amelyik a védelem kioldó impulzusának megszűnte után azonnal visszakapcsol. A magyar megszakítókra viszont *bekapcsoló parancsot* is kellett adni. Az átalakítás célja ennek kialakítása volt.

2.) A magyar energiarendszerben kezdetben nem alkalmaztak önálló gyűjtősín-védelmet, ezért a zárlatos gyűjtősínrel *ellentétes* oldali távolsági védelmek a második fokozatban kapcsolták ki az esetleges gyűjtősínzárlatokat, azaz a zárlatos gyűjtősínrel *ellentétes* oldali állomásokon kapcsolódtak ki a megszakítók. Ezzel a távvezetésekről T-leágazásban csatlakozó transzformátorok is - feleslegesen - kiestek. Ezek elkerülésére u.n. "irányváltó" vagy "visszapillantó" fokozatokat építettek be. Megmaradt az első (I.) fokozat, amely pillanatműködéssel továbbra is a távvezeték kb. 87 %-át védte. A második (II.) fokozat irányérzékelését viszont megfordították, és kis impedancia-beállítással, és kb. 0,4 mp-cel a mögöttes gyűjtősínt védte. A harmadik (III.) fokozat lett az előrenéző, *klasszikus második* fokozat, amely kb. 0,8 mp-cel a teljes vezetékét védte, és biztonsággal túlnyúlt a vezetéken (kb. 130 %-ig). Mivel azonban azóta valamennyi 120-220-400 kV-os gyűjtősínt önálló, sínre szelektív, pillanatműködésű gyűjtősín-differenciálvédelemmel láttak el, a visszapillantó fokozatnak az értelme megszűnt. Ezért visszállították a fokozatok elvi sorrendjét: I.--III.--II. fokozat 0,1--0,5--1,2 mp késleltetéssel, azaz a visszapillantó II. fokozat már csak gyűjtősínvédelmi fedőfokozat lett, az pedig lehet nagyobb (1,2 mp) késleltetésű, viszont így az előrenéző második (III.) fokozat késleltetése csökkenthető lett (0,5 mp).

3.) A távolsági védelemben *megszakító beragadási védelem indító áramköre* lett kialakítva:



azaz a PD kioldó segédrelé - biztonság okáért a paralel kötött $3I_o >$ zérussorrendű túláramrelén vagy a többsarkú (3F,2F) zárlatok esetén meghúzás PSW segédrelén keresztül - indítja a megszakító beragadási védelem időreléjét.

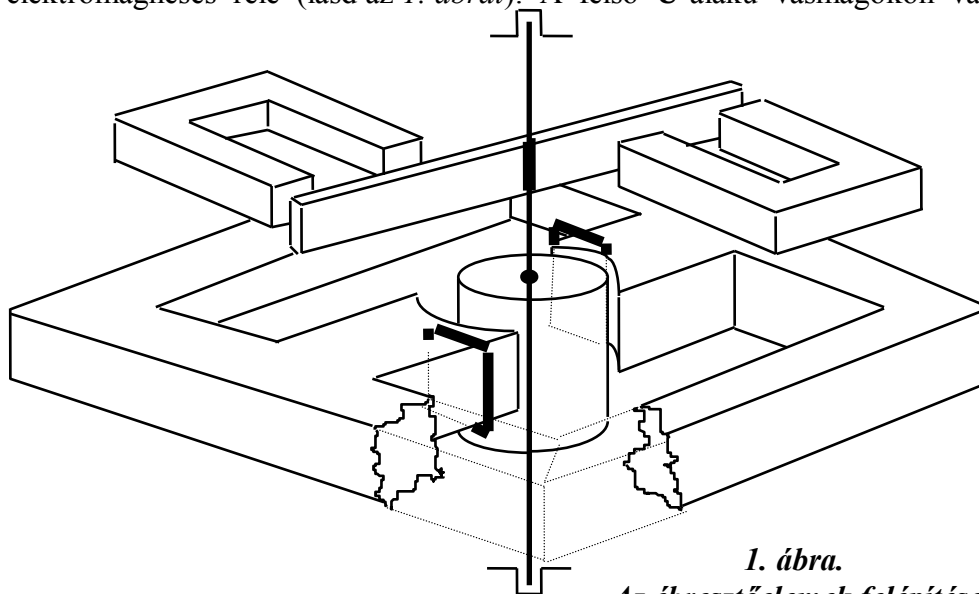


4.) Gyűjtősínzárlatok esetén a távolsági védelem által mért zárlati impedancia a primer szerelvények átmeneti ellenállása, az ívellenállás és a földelési ellenállás miatt főleg ohmos jellegű. A védelem irányított impedancia (**MHO**) karakterisztikája — a távvezeték-fázisszögére irányított (rajzon pl. 76°). A magyar átalakítás *kizárólag a visszapillantó fokozatnál* 42° -ra dönti a karakterisztikát —, mivel a fokozat feladata gyűjtősínzárlatok érzékelése.

2.2. A védelem felépítése és működése.

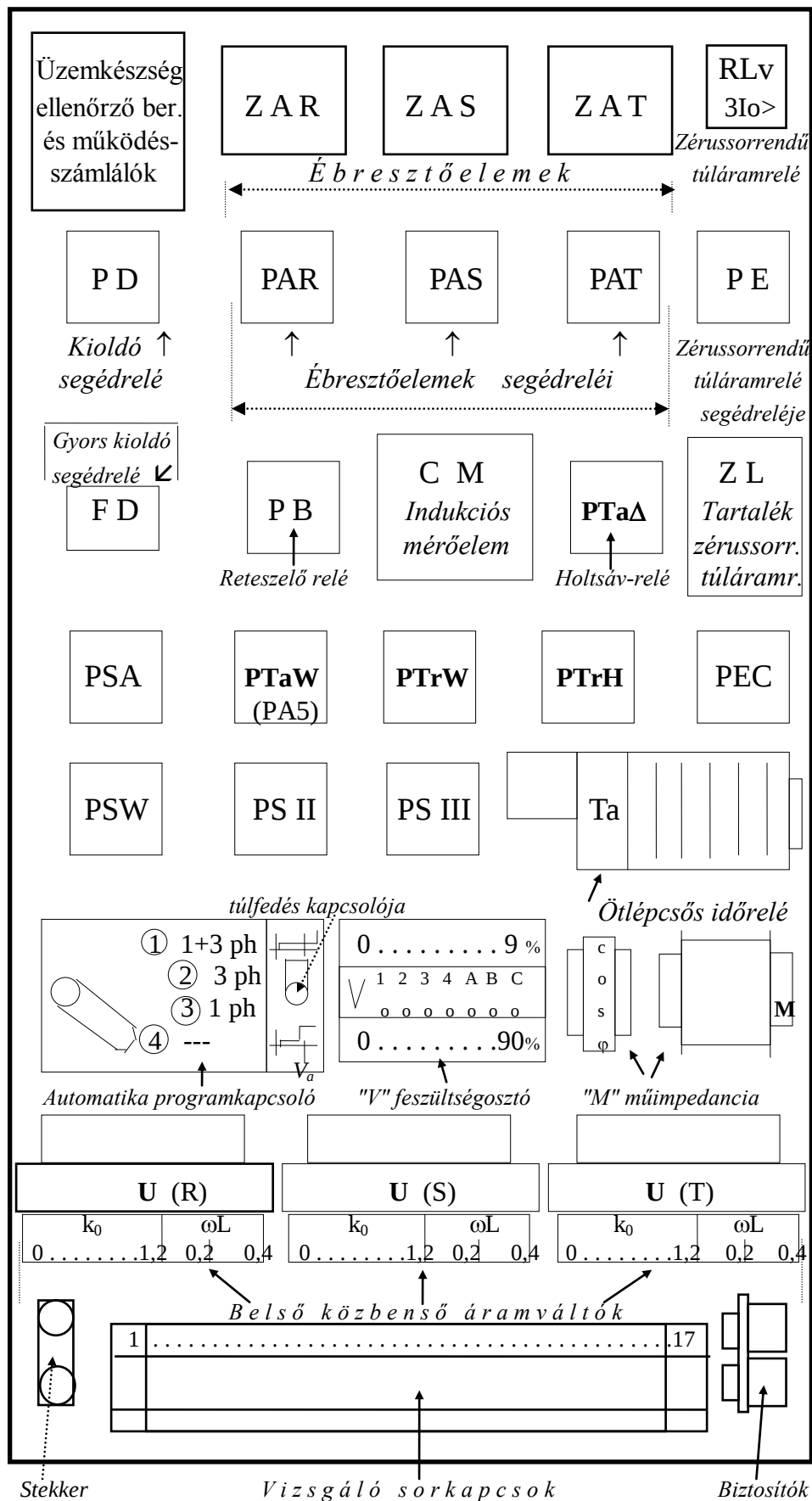
A védelem elrendezése a 2. ábrán látható. Az egyes elemek ismertetése az alábbiakban történik, a **kiemelt** és **aláhúzott** relé-jelek után.

A legfelső sorba beépített **ZAR**, **ZAS** és **ZAT** relék az **impedanciacsökkenési ébresztőelemek**. A relék felső részén van a feszültségrendszer, amely egyszerű elektromágneses relé (lásd az 1. ábrát). A felső U-alakú vasmagokon vannak a



1. ábra.
Az ébresztőelemek felépítése.

feszültségtekercsek, amelyek elektromágnesként a feszültséggel négyzetesen arányos reteszelő nyomatókat adnak. Az alsó rész az áramrendszer, amelyben egy alumíniumhenger kétpólusú, részben rövidrezárt rézgyűrűs vasmag-póluspár között helyezkedik el (Ferraris-rendszer). A vasmagon áramtekecs található. Az áramrendszernek az árammal négyzetesen arányos nyomatóka kioldóirányú.



2. ábra.
A BBC-L3 távolsági védelem elrendezése.

Az ébresztőelemek tengelyére érintkezőt erősítettek fel. A relé akkor billen éppen át, amikor a két nyomaték azonos, azaz

$$k^I \cdot U^2 = k^{II} \cdot I^2, \quad \text{tehát} \quad Z = \frac{U}{I} = \sqrt{\frac{k^{II}}{k^I}} = \text{konstans}$$

Ez impedanciarelét jelent.

A feszültségtekercsek egy feszültségosztó ellenállás csúszkájára csatlakoznak, amellyel a relé megszólalási impedanciája k^I segítségével állítható.

Míg az áramnyomaték nem lüktető (időben állandó), addig a feszültségrendszeré 100 Hz-el lüktetne. Ezért az egyik feszültségtekercs elé akkora kondenzátor és ellenállás van sorba kötve, hogy benne a másik tekercshez képest 90°-os fáziseltolású, azonos nagyságú áram folyjék. Az így kialakított két tekercs párhuzamosan kötve csatlakozik a fenti csúszkára.

Az **RLv** jelű **zérussorrendű túláramrelé** az ébresztőelemekkel egy sorban, a jobbszélen helyezkedik el. A relé előlapja alatt lévő négy kivezetés segítségével lehet a relé két áramtekercsét sorosan vagy párhuzamosan kötni, ezáltal a relé névleges áramértéke $0,5xI_n$ A vagy $1xI_n$ A lesz. Az előlap közepén lévő tárcsát csavarhúzóval elfordítva kell a szükséges értéket beállítani.

A ZAR, ZAS és ZAT ébresztőelemeknek és az RLv $3I_0 >$ zérussorrendű túláramrelének csak egyetlen érintkezője van, ezért alattuk lévő sorban elhelyeztek egy-egy segédrelét, rendre **PAR**, **PAS**, **PAT** és **PE** jelűt. A segédrelék előlapján található a relék működésekor (behúzásakor) kiugró, piros színnel visszatükröződő jelzőgombok, amelyek lehetővé teszik a védelem működésének utólagos kiértékelését, de a relék egy-egy érintkezője külső jelzést is ad, ezek bevonhatók korszerű adatgyűjtő rendszerbe. A segédrelék egyenként 16 nagyteljesítményű érintkezője végzi el a szükséges feladatokat, amelyek a következők:

- a *kiválasztó rendszer* megvalósítása, azaz a zárlatos feszültség és a zárlati áram kiválasztása és rákapcsolása az egyetlen központi mérőelemre,
- a Ta többlépcsős időrelé indítása (RLv nem indít),
- annak megállapítása, hogy egyfázisú vagy többfázisú zárlat lépett-e fel, azaz az automatika programkapcsolója 1 és 3 helyzetében a kioldást egysarkúan vagy három-sarkúan kell-e végrehajtani (2 és 4 állásban minden zárlatra háromsarkú a kioldás; RLv ebben nem vesz részt), ehhez többfázisú zárlatnál behuzatják a **PSW** segédrelét.

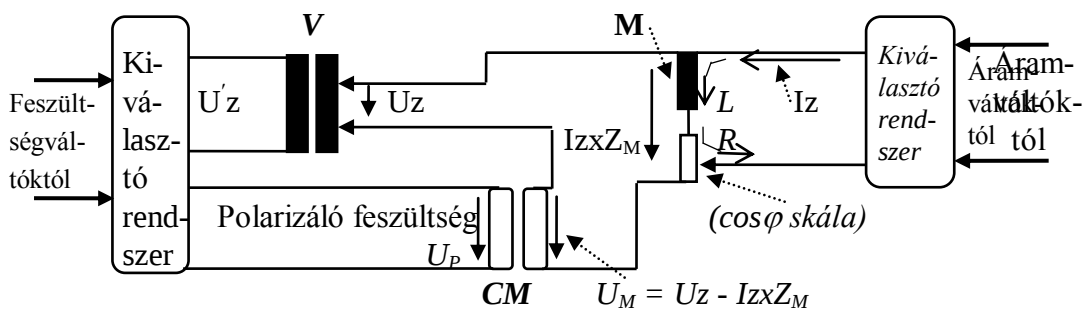
Az ébresztőelemekre nyugalmi állapotban vonali feszültségek és fázisáramok csatlakoznak. A $3I_0 >$ zérussorrendű túláramrelé megszólalásakor a PE segédrelé a átkapcsolja fázisfeszültségre. Az alábbi táblázat mutatja a viszonyokat.

Ébresztőelemek	ZAR	ZAS	ZAT
Normál üzem	U_{TR}	U_{RS}	U_{ST}
3F zárlat	U_{TR}	U_{RS}	U_{ST}
2F zárlat	U_{TR}	U_{RS}	U_{ST}
2FN zárlat	U_{R0}	U_{S0}	U_{T0}
FN zárlat	U_{R0}	U_{S0}	U_{T0}

2F zárlat esetén két ébresztőelem kap zárlati áramot, de zárlati feszültséget csak az egyik. Például RS zárlatnál a fentiek szerint biztosan megszólal a ZAS ébresztőelem, de a ZAR az ép feszültséggel csak akkor, ha a zárlati áram kellően nagy, azaz a védett távvezeték tápláló gyűjtő sín zárlati teljesítménye nagy. A laboratóriumi mérések hálózati modellje természetesen kis teljesítményű, így 2F zárlatra mindig csak egy ébresztőelem szólal meg. A példa szerinti RS 2F és ugyanakkor az S0 FN zárlatnál is csak a PAS jelzés látható, de az FN zárlatkor megjelenő PAS és PE jelzése választja szét a két esetet.

A harmadik sorba beépített **ZL** igen érzékeny zérussorrendű túláramrelé és alatta **PE** segédreléje tartalékvédelmi célokat szolgál, és a távolsági védelemmel nem függ össze.

A harmadik sor közepén lévő **CM** mérőrelé négy pólusú, alumíniumserleges indukciós relé (fázisszög-relé), a hatodik sorban lévő **V** feszültségosztó transzformátor és az **M** műimpedancia együtt alkotják az egyetlen központi mérőelemet. A mérőelem felépítése a 3. ábrán látható.



3. ábra.

Mérőrendszer elvi felépítése.

A feszültségváltók szekunder feszültségeiből a PAR, PAS, PAT és PE relék segédreléi érintkezőiből álló kiválasztó rendszer kiválasztja az U'_z zárlatos feszültséget ez fázis-föld zárlatnál a zárlatos fázis feszültsége, fázisok közötti zárlatnál $[U_R - U_S]$ (fázisvariáció szerint). Az áramváltók szekunder áramaiból ugyancsak a kiválasztó rendszer kiválasztja az I_z zárlatos áramot, amely fázis-föld zárlatnál $[I_{fázis} + \alpha \cdot 3I_0]$, fázisok közötti zárlatnál $[I_R - I_S]$ (fázisvariáció szerint). A V feszültségosztó transzformátoron át a leosztott U_z feszültség és a műimpedancián eső $[I_{xZ_M}]$ feszültségkülönbsége, mint $U_M = [U_z - I_{xZ_M}]$ mérőfeszültség kerül a CM mérőelem egyik tekercspárjára. A másik tekercspárra ugyancsak a kiválasztórendszeren át egy ép feszültség kerül polarizálófeszültségként. A műimpedancián beállítható a védett vezeték fázisszöge ($\cos \varphi$ skála). Matematikailag bebizonyítható, hogy ez a mérőelem MHO karakterisztikát ad, azaz egymagában impedancia-mérőelem és zárlati teljesítmény-irányelem is (a MHO karakterisztikát illetően lásd részletesen a távolsági védelem általános leírását).

A feszültségosztó megcsapolásai szekunder oldalon tíz-, illetve egy-százalékonként állítható. Ez teszi lehetővé az impedancia-fokozathatárok beállítását, azaz az első, második, harmadik és a túlfedő fokozatot. A túlfedő fokozatot a **PSA** relé kapcsolja, és az első, visszakapcsolás előtti zárlatnál érvényesül, ha a visszakapcsoló automatika élesítve van (hatodik sor baloldal, 1, 2 vagy 3 állás), és a Va túlfedés kapcsolója felső állásban van. Ha a túlfedő fokozat nem él, eleve a védelem az első fokozati méréshatára érvényesül. Ha zárlat lép fel, a **Ta** ötlépcsős

időrelé elindul. Első tárcsáján az első fokozatnak lehet késleltetést adni (nem szokás). Második tárcsáján beállított idő után behúzza a **PSII** relé, amely a második fokozat méréshatárára (visszapillantva a gyűjtősin felé) kapcsol át. A harmadik tárcsa **PSIII** relét húzatja be, amely a harmadik fokozati méréshatárra kapcsol. A 2.2. *Magyar átépítések*, fejezet 2. pontja miatt az egyes tárcsák időbeállítási sorrendje I.-III.-II. (0 s--0,5 s--1,2 s).

A **Ta** ötlépcsős időrelé utolsó tárcsája a **végidő**. Ha ez lefut, akkor áthidalva a mérőrelét, a védelem közvetlenül (ébresztésre) kioldást ad **PTaΔ** és **PD** reléken át.

A CM relé jobboldalán lévő **PTaΔ** relé funkciója a holtávkioldás (lásd részletesen a távolsági védelem általános leírását). Így tehát kettős szerepű, egyéb jelzések döntenek el, hogy *végidős kioldás* vagy *holtávkioldás* történt-e.

A második emelet balszélén beépített **PD** és alatta az **FD** relé kioldórelék, FD gyorsműködésű ($\approx 1,8$ ms), két (kettős) érintkezője közül az egyik közvetlenül kioldja a megszakítót, a másik működteti a PD jelű 16 érintkezős relét.

A harmadik emeleten beépített **PB** reteszrelé segédrelé akkor húz be, ha a CM mérőrelé reteszrelé, azaz a zárlat vagy előre van, de a fokozathatáron túl, vagy hátrafelé van.

A negyedik sorban lévő PTaW, PTrW és PTrH időrelék, a Ta időrelé *negyedik tárcsája*, valamint a hatodik sori *automatika programkapcsoló és Va túlfedés-kapcsoló*, végül a *PSA segédrelé* a védelembe beépített visszkapcsoló automatika elemei. A **PTaW** időrelé a holtidő beállítására szolgál, **PTrW** az emlékezési idő. A **PTrH** időrelé és a **Ta időrelé negyedik tárcsája** a visszkapcsoló automatika egyes ciklusainak határolását végzik. A **Va túlfedés-kapcsoló** feladata a PSA relé vezérlésének élesítése, vagy bénítása. Az **automatika** négyfokozatú üzemmód-választó **programkapcsolójának** állásai:

- 1.) 1 + 3ph = EVA + HVA, egyfázisú zárlatra EVA, többsarkú zárlatra HVA
- 2.) 3 ph = minden zárlatra HVA
- 3.) 1ph = csak EVA, többfázisú zárlatokra végleges kioldás
- 4.) -- = automatika bénítva
(EVA=egyfázisú, HVA=többfázisú visszkapcsoló automatika)

A mérések során az automatika bénítva lesz.

A hetedik sorban vannak a védelem **U** jelű **közbenső áramváltói** (R, S, T). Mindegyik áramváltónak két primer és egy megcsapolt szekunder tekercse van. Az egyik primer tekercsen a megfelelő fázisáram folyik, a másikon a 3Io áram. Ez utóbbi tekercs sokmegcsapolásos, és itt lehet beállítani a zérussorrendű áramkeverést ($\alpha = k_0$), amely 0 és 1,2 között állítható 0,1-es lépcsőkkel, a bedugott "+" és "-" vezetékek értékeinek kivonása adja a beállítást. Az $\omega L = 0,2$ és $0,4$ -es beállításai a fokozat-határokat 1 : 2 arányban változtatja.

A legalsó sor jobboldalán található kettős kihúzható **villás dugó** (stekker) a védelem egyenáramú ellátását szakítja meg.

Lent, közepén helyezkedik el a **vizsgáló kapocsléc**. Segítségével *mérések végezhetőek, a védelem leválasztható, és a felső rugós csatlakozó sávjára célvizsgáló speciális "fésűs" csatlakozója illeszthető*. A kapocsléc kapcsainak sorrendje balról jobbra: 3Io, I_R, I_S, I_T, U_o, U_R, U_S, U_T, három kapocs a célvizsgáló táplálására (ezeknél nincs bontó), a 13. és 14 a kioldás, utána 17.-ig egyenáramú bontási lehetőségek (megszakító beragadási védelem indítás, visszakapcsoló parancs, stb). A kapcsokra alulról jönnek be kívülről a vezetékek, felülről mennek a védelembe tovább. A vizsgáló kapocsléc első négy eleme (a négy áram) alulról rövidre zárható, hogy leválasztás (bontás) a primer berendezés üzeme mellett is lehetséges legyen. Ezután csavarhúzóval az összes közepén lévő részt el kell fordítani, ezzel a leválasztás teljes, így a védelem üzem alatt is zavartalanul vizsgálható.

A vizsgáló kapocssortól jobbra **három csöves biztosító** található, amely a 6-7-8 feszültségkapcsok alja és a 9-10-11 kapcsok teteje közé van beiktatva. Ha üzem alatt célkészülékkel vizsgálják a védelmet, a leválasztott feszültségkapcsok aljáról a biztosítón át ellátható a vizsgáló.

A védelem külső csatlakozó kapcsai a védelem alaplajján alul található. Mellső csatlakoztatást a védelem keretén át filclyukakon keresztül, hátsó csatlakoztatás hátulról becsavarható fém tuskókon át lehetséges.

Zárlat felléptekor valamelyik ébresztőelem, vagy több megszólal, földérintéses zárlatnál a zérussorrendű túláramrelé is. A védelem ekkor első fokozatban mér. Ha ott lépett fel zárlat a CM relé kiold, a FD-PD relé kioldja a megszakítót. Ha első fokozatban nincs zárlat, az ébresztőelemek által indított Ta ötlépcsős időrelé átkapcsol a PSIII segédrelével az előrenéző második fokozatra. Ha itt sincs zárlat, akkor a Ta ötlépcsős időrelé a PSII segédrelével visszapillantó fokozatra vált. Ha itt sincs zárlat, és nem esnek vissza az ébresztőelemek, akkor valamelyik illetékes védelem nem működött, ezért tartalékvédelemként a Ta ötlépcsős időrelé utolsó tárcsájával PTaΔ-PD relén keresztül végidős kioldást végez. A PtaΔ relé szerepe ekkor a visszakapcsoló automatika tiltása.

3. RD7-QEVX távolsági védelem rövid ismertetése.

(Ajánlott anyag.)

Generáció: egyenirányítós mérési elvű elektromechanikus védelem.

Gyártó cég: EAW, NDK.

Gyártás ideje: kb. 1965.

Működési önidő: kisebb, mint 60 ms.

3.1. Általános ismeretek.

Az RD7 + QEVX típusú távolsági védelem a védelmek harmadik generációjának, az egyenirányítós védelmeknek korai példánya. Magán viseli a tipikus generációs jegyeket: mind ébresztőelemei, mind központi mérőeleme egyenirányítós felépítésű, egyenáramú nullindikátorral. Ugyanakkor tipikus elektromechanikus elemeket is tartalmaz, ilyen például a teljesítmény-irányreléje, amely elektrodinamikus wattmérőhöz hasonló kialakítású.

A gyártás ideje 1955. Ebben az időben Berlin Treptow nevű kerülete az NDK-hoz tartozott. Ezt letagadhatatlanul bizonyítja a gyár neve, ugyanis I.V. Stalinról nevezték el. (Lásd az ellenállásszekrényen. Ez már történelem!)

A védelem hatásosan földelt csillagpontú hálózaton alkalmazható. Minden zárlatfajtát, a 3F, 2F és FN zárlatokat is helyesen érzékeli.

3.2. Felépítés.

A védelem több relédobozban van elhelyezve. A védelmet úgy alakították ki, hogy különböző telepítési feltételeket tudjon kiszolgálni, azaz néha több, vagy kevesebb, néha más fajta relédobozok kerülnek egy összeállításba. A kialakítás hátránya az, hogy az egyes dobozok között nagyszámú vezetékkel kell helyszínen szerelni.

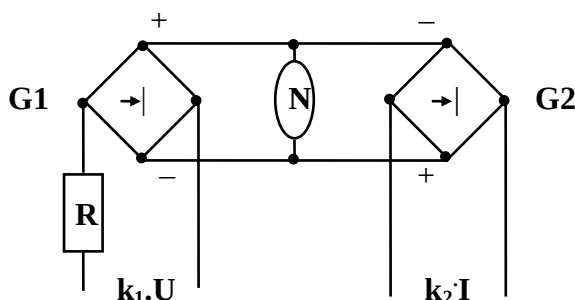
Az egyes dobozok balról jobbra a következők:

- a.) Ébresztő szekrény (Q3).
- b.) Ellenállásszekrény.
- c.) Mérőszekrény (E...X).
- d.) Feszültségösszehasonlító szekrény (V).

A továbbiakban ezek a szekrények kerülnek leírásra.

3.2.1. Ébresztő szekrény.

A Q3 jelű ébresztőszekrényben található három impedancia-ébredtőelem, és egy zérussorrendű túláramrelé. A három ébredtőelem kialakítása tipikusan egyen-



3.1. ábra.
Egyenirányítós mérési elv.

irányítás, azaz a feszültséggel és az árammal arányos mennyiségeket G1 és G2 egyenirányító hidakon keresztül szembekapcsolják, és a differenciaáramra N egyenáramú nullindikátort kötnek (3.1. ábra). A nullindikátor váltásakor (billenésekor) a két oldali mennyiség azonos, azaz:

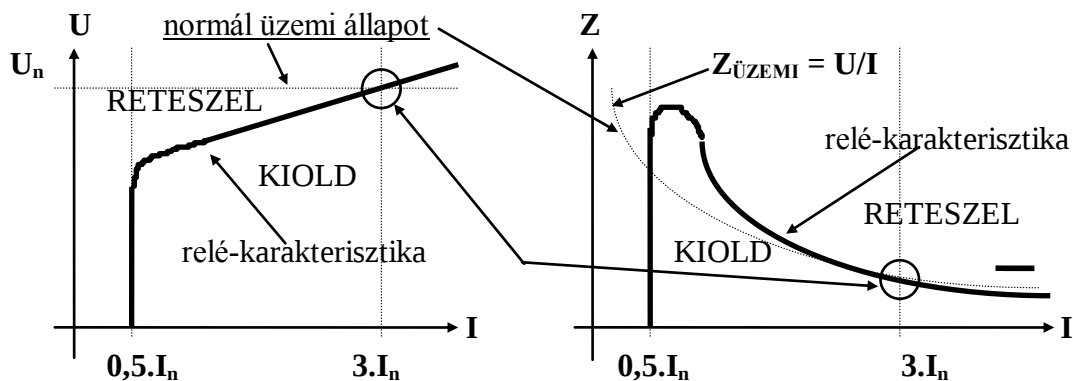
$$k_1 \cdot U = k_2 \cdot I$$

és így

$$\frac{U}{I} = Z = \frac{k_2}{k_1} = \text{állandó}.$$

A készülékben megfigyelhető, hogy egyenirányítóként egybeépített Graetz-kapcsolású hidakat, míg nullindikátorként polarizált relét építettek be. A zérussorrendű túláramrelé is polarizált relével van kialakítva.

Az ébredtőelem árambemenete nemlineáris, ezért a karakterisztika áramfüggő (3.2. ábra).



3.2. ábra.
Ébredtőelemek karakterisztikája.

Az ébredtőelemek feladatai a következők:

- 1.) Szétválasztják normál üzemiállapotot a zárlatostól.
- 2.) Élesítik a védelmet.
- 3.) Indítják a többlépcsős időrelét.
- 4.) Kiválasztják a zárlatos mennyiségeket és rákapcsolják a központi mérő- és irányelemre.

A három ébresztőelemre az alábbi táblázat szerinti mennyiségek vannak rákapcsolva:

Ébresztő elem	Nyugalmi állapot, és 2F, 3F zárlat		Ha FN és 2FN zárlatnál az A ₀ relé (zérussorrendű túláramrelé) behúz	
	U	I	U	I
A _R	U _{RS}	I _R	U _{R0}	I _R
A _S	U _{ST}	I _S	U _{S0}	I _S
A _T	U _{TR}	I _T	U _{T0}	I _T

Az egyes ébresztőelemek és a zérussorrendű túláramrelé segédreléket működtet. Ezeket **R**, Br, **S**, Bs1, Bs2, **T**, Bt1 és Bt2-nek, míg a zérussorrendű túláramrelét **0**, M [1, 2, 3, 4]-nek jelölik, és részben az ébresztő-szekrényben, részben a mérőszekrényben, részben a feszültség-összehasonlító szekrényben találhatók.

Az ébresztőelemek a segédrelék érintkezői segítségével végzik el a fent felsorolt feladatokat.

Működéskor megfigyelhetjük, hogy a nyugalmi feszültségkiosztás miatt 2F zárlatkor mindig csak egy segédrelé szólal meg. Ennek az az oka, hogy a mintánkon viszonylag kis zárlati áramok lépnek fel, és ezért csak az az ébresztőelem szólal meg, ahol a zárlati áram fellépése mellett a feszültség is letörik (pl.RS zárlatnál csak az A_R, az L3 védelemtől eltérően, ahol ZAS). Valóságban is előfordulhat ez, de nagy zárlati áramok fellépésekor lehetséges, hogy mindkét elem (A_R és A_S is) megszólal (amelyekre a zárlatos áramok rá vannak kapcsolva).

Az RD7 távolsági védelem ébresztőelemeinek impedancia-érzékelése állíthatatlan, *fix-beállítású*, szemben az összes más gyártású védelemmel, amelyek ébresztőelemei állítható impedancia-karakterisztikával rendelkeznek. Ennek ellensúlyozására:

- 1.) az impedancia-ébredőelemek karakterisztikája kvázi *hiperbolikus*, és így $3xI_n$ zárlati áram alatt terhelési áramra nem szólal meg,
- 2.) a védelmet *feszültség-összehasonlító* elemekkel látták el (lásd a 2.4. fejezetet).

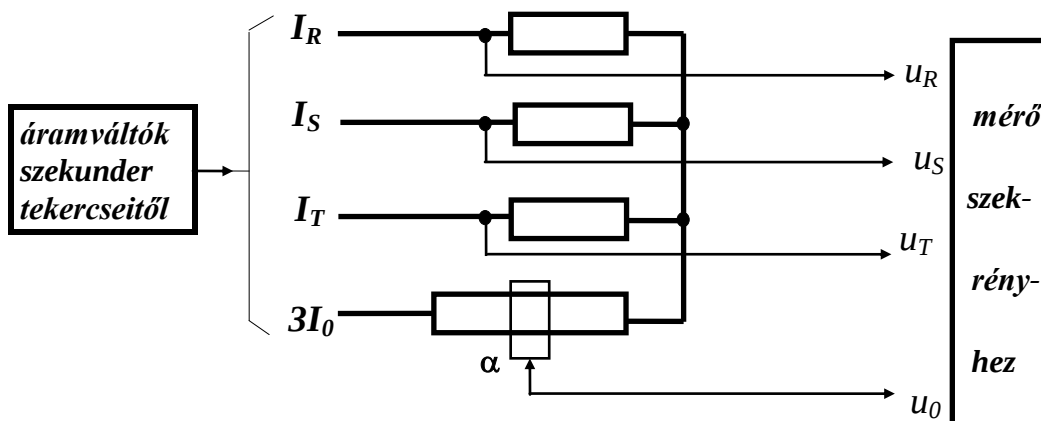
3.2.2. Ellenállásszekrény.

A balról második az ellenállásszekrény. Ebben négy nagyteljesítményű ellenállás található, amelyek feladata az áramváltók szekunder áramát zárni, és átalakítani a segédrelék által könnyen átkapcsolható feszültséggé (3.3. ábra). Ezeket a feszültségeket fogják a mérő- és az irányelem felhasználni.

Az ellenállások közül a három fázisáram értéke 5 A-es szekunder áram esetén 0,5 ohm, azaz az előállított feszültségek értéke $0,5xI_{FÁZIS}$ V, névleges áram esetén 2,5 V. Ha az áramváltók névleges árama 1 A, akkor 2,5 ohmos ellenállásokat alkalmaznak, így ugyanaz a mérőszekrény alkalmazható.

A zérussorrendű körben lévő ellenállás értéke 0,75 ohm. Az ellenálláson egy csúszka van elhelyezve, ezzel lehet beállítani az FN zárlatok pontos méréséhez szükséges α keverési faktort (lásd a 2.3. fejezetet).

Az ellenállások csillagba vannak kapcsolva. Az ábrán látható, hogy a mérőszekrényhez csatlakozó négy vezetékről mind a 2F zárathoz szükséges $k(I_R - I_S)$ feszültségek, mind az FN zárathoz szükséges kevert $k(I_R + \alpha 3I_0)$ feszültségek könnyen megkaphatók (az egyes fázisrelékre ciklikusan cserélve).



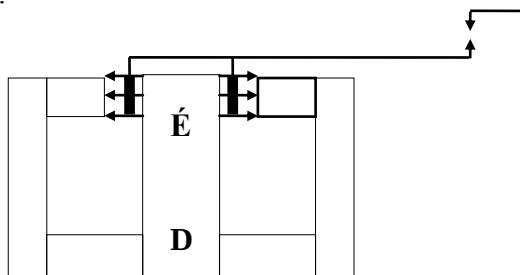
3.3. ábra.

Az ellenállásszekrény kapcsolása.

3.2.3. Mérészekrény.

A harmadik szekrény a mérőszekrény. Ez foglalja magába az egyetlen központi mérőelemet (jobbra fent), az ugyancsak egyetlen teljesítmény-irányelemet (alatta), az ötlépcsős időrelét (alatta), a Br, Bs1, Bs2, Bt1 és Bt2 kiválasztó segédreléket, a W1 és W2 működtető segédreléket és a U, V és H fokozatátkapcsoló segédreléket (baloldalt). Ugyancsak itt foglalnak helyet alul kétoldalt az impedanciabeállító potenciométerek, középen alul pedig a mérést módját befolyásoló átkapcsolók.

Az **impedancia-mérőelem** felépítése az ébresztőelemekhez hasonlóan, az ott vázolt tipikus egyenirányítós relének felel meg. A nullindikátor más: egy elektrodinamikus hangszóróhoz hasonló, azaz az állandó mágnesset (É, D) forgástest-lágyvas rendszer zár le úgy, hogy egy kör alakú légrésben erős, homogén mágnesmező alakul ki ($\longrightarrow$). A légrésben tekercs ($\blacksquare$) helyezkedik el. A tekercsre hangkiadó papírkónusz helyett érintkező van szerelve. Ezzel kialakul egy érzékeny nullindikátor.



3.4. ábra.

A mérőelem nullindikátora.

A mérőrelé a pontos mérés miatt a 3F és 2F zárlatokat a megfelelő vonali feszültség és két fázisáram különbségének a hányadosával, FN zárlatot a megfelelő fázisfeszültség és a fázisáram és α -szoros zérussorrendű áram összegének hányadosával érzékel, pl. RS illetve R0 zárlatra:

$$U_R - U_S / I_R - I_S, \quad \text{illetve} \quad U_R / I_R + \alpha I_0, \quad \text{ahol} \quad \alpha = \frac{\frac{Z_0}{Z_1} - 1}{3}$$

A **teljesítmény-irányrelé** felépítése azonos egy elektrodinamikus wattmérővel. A kétpólusú állórészt az árammal arányos feszültség gerjeszti, míg a tekercsfegyverzetet a feszültség táplálja. Az egyes tekercsek elé beiktatott impedanciákkal alakították ki a megfelelő vágási szöget. A fegyverzetre egy érintkezőt erősítettek fel, amely mindkét irányban adhat érintkezést.

Az irányrelé igen érzékeny felépítésű, *ép feszültséggel polarizált*, így FN, 2F és 2FN zárlatokra teljesen holtávmentes. 3F zárlatokra az érzékenységet nagymértékben fokozza a feszültségtekercs elé áram-határolóként beiktatott vashidrogén lámpa (működéskor néha látszik, hogy a háttérben világít). A közeli fémes 3F zárlatokra holtávmentesítésként *előirányítást* alkalmaztak, azaz a relé rugóival úgy állították be a relét, hogy nyomatékmentes állapotban a kioldó irányban eleve zárja érintkezőjét, és ahhoz kell nyomaték, hogy mögöttes zárlatra szétválassza azokat.

Mind az impedancia-mérőrelére, mind az irányrelére jutó feszültséget és áramot az ébresztőelemek választják ki.

Az **ötlépcsős időrelé** az előlapján látható lépcsős impedancia-idő-karakterisztika kialakítását valósítja meg. A távolsági védelem első időfokozata állíthatatlan, pillanatműködésű. A második fokozat általában egy, néha két szelektív időlépcsővel [(1...2) x (0,4...0,6 s)] késleltetett. A harmadik fokozat feladata már távoli tartalékvédelem, ezért nagyobb késleltetésű, a negyedik és ötödik időfokozathoz már nem tartozik mérőelem-impedanciafokozat, mindkettő végidő. A negyedik be van állítva irányérzékeny végidőnek, azaz csak akkor működik, ha a zárlat a védelem *előtt* lépett fel. Az ötödik fokozat mindig irányérzéketlen végidő, és ideje nem állítható, úgy nevezett *szerkezeti végidő* (kb. 6 s). Az időrelét fordulatszám-szabályozott egyenáramú motor hajtja megfelelő áttételen keresztül.

3.2.4. Feszültség-összehasonlító szekrény.

A feszültség-összehasonlító szekrény csak az EAW távolsági védelmekben előforduló specialitás, mert az ébresztőelemek fix beállításúak.

Mivel a távolsági védelem hatásosan földelt csillagpontú hálózatra lett kialakítva, figyelembe kell venni FN zárlatoknál az ép fázisokban folyó zárlati és terhelési áramösszetevő miatti esetleges hibás ébresztés okozta hibás kiválasztást, és így esetleg az első, vagy a második (gyors) mérőfokozatokban való kioldás elmaradását. Ezt a hibás ébresztést a feszültség-összehasonlító elemek vannak hivatva megakadályozni.

A szekrény működésének elve a következő: ha 2FN zárlat lép fel, akkor mindkét érintett fázisfeszültség kb. egyformán letörik. Ha FN zárlat lépett fel, de az épfázisú áramok miatt az érintett mellett egy másik ébresztőelem is (hibásan) megszólal, akkor a zárlatos fázisfeszültség letörik, de az ép nem.

A szekrénybe két feszültség-összehasonlító elem került beépítésre, egy R0-S0, és egy T0-S0. Mindkét relé a mérőelemhez hasonló kialakítású, azaz egyenirányítós elvű, és nullindikátoraik a mérőelemével megegyeznek. A két elem csak akkor él, ha földérintésű zárlat lépett fel, azaz a zérussorrendű túláramrelé megszólalt. A két relé segítségével, megfelelő egyenáramú logikai séma kialakításával oldották meg a fent vázolt problémát.

3.3. Kiegészítő mérési útmutató.

A védelmet részletes megismerése után csatlakoztatni kell a hálózati mintához. Figyelembe kell venni azt, hogy az RD7 védelemet tápláló áramváltókat – a BBC L3 védelemmel ellentétesen – nem a gyűjtősín-oldalon, hanem a vonali oldalon kell csillagba kapcsolni. Az RD7 védelem táblára van szerelve, egyes szekrényei közötti huzalozás a tábla hátoldalán már létesítve van. A szekrények alatt, megfelelően jelölve, megtalálhatók a négy feszültség, a négy áram és a kioldó vezeték banánhüvelye. Ezeket kell a séma megfelelő pontjához csatlakoztatni.

A csatlakoztatást a mérést vezető oktatóval ellenőriztetni kell. Ezután az *1.3. fejezetben* leírtak szerint kell eljárni, jegyzőkönyvet felvenni.

A zárlatok létesítésénél a védelem működik. Mivel a működés gyors, azt ember nem tudná követni. A működésről ezért a védelem maradó jelzéseket ad, amelyeket le kell olvasni, majd a jelzéseket nyugtázni. Az ébresztőszekrény és a mérőszekrény jelzéseit az előlapon található megfelelő nyomógommbal lehet mechanikusan nyugtázni. Az időrelé nyugtázása körülményes: az üvegen előtte lévő gombot először benyomás nélkül a vonszolt mutató mögé kell vinni, ekkor megnyomni, és *nyomva tartva visszaforgatni* addig, míg a vonszolt mutató újból nullán nem áll.

4. ETV típusú távolsági védelem.

(Ajánlott anyag.)

Generáció: impulzus elvű elektronikus védelem.

Gyártó cég: PROTECTA Elektronikai kft. Budapest.

Gyártás ideje: kb. 1984.

Működési idő: ≈ 25 ms.

4.1. Általános tudnivalók.

Az ETV típusú elektronikus távolsági védelmet hatásosan földelt csillagpontú hálózaton alkalmazzák. A védelem gyors, szelektív védelmet ad a nagyfeszültségű hálózatok távvezetékén fellépő összes zárlatfajtára, beleértve a 3F, 2F, 2FN és FN zárlatokat.

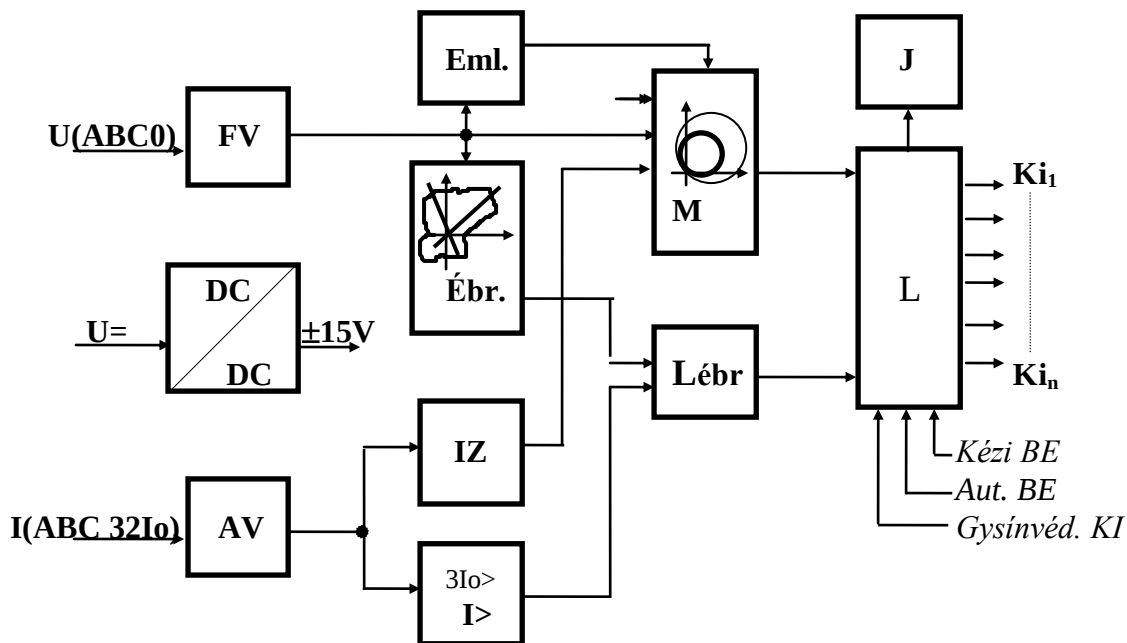
Kombinált háromfázisú ébresztőeleme lehetővé teszi, hogy még legszélsőségsébb hálózati adottságok mellett is minden zárlatfajtát fázisszelektíven kiválassz, és az épfázisú hibaáramokkal és terhelő áramokkal szemben igen nagy érzéketlenséget mutat ezirányban szűkített karakterisztikájának és speciális kialakításának köszönhetően. Az ébresztő-rendszer lényeges részeit *magyar szabadalom védi*.

A távolsági védelem mérőelemei fázisonként, fokozatonként és zárlatfajtánként vannak kialakítva, ezért működése gyors, 30 ms-on belüli.

4.2. Felépítés.

A védelem impulzus elven működő elektronikus készülék, amely nyomtatott áramkörü lapokra beépített integrált áramkörökből van felépítve.

Az ETV védelem elvi vázlatát a 4.1 ábrán látható



4.1. ábra.

Az ETV elvi vázlat.

Az áramváltók szekunder árama a védelembe beépített kisméretű induktív közbenső áramváltókon át jut az elektronikába. Az áramváltók primer és szekunder tekercse közé nyitottmenetű réz-fólia van behelyezve és földelve, ez meggátolja, hogy az elektronikába kapacitív úton szekunder túlfeszültség vagy zavarjel jusson. A szekunder oldal 1 ohmos ellenállással le van zárva, így induktív úton sem juthat túlfeszültség a készülékbe.

A feszültségváltók szekunder feszültsége ugyancsak induktív közbenső feszültségváltókon át jutnak az elektronikába. A réz-fólia itt is megtalálható. Induktív úton bejutó túlfeszültségek ellen a szekunder oldalt lezáró varisztorok (gyors szekunder túlfeszültség-levezetők) védnek.

A védelem egyenáramú táplálását az alállomási akkumulátortelep (szünetmentes áramforrás) biztosítja. Az egyenáramú hálózatról bejutó túlfeszültség- és zavarjeleknek a beiktatott DC/DC konverter állja útját, amely egyúttal megfelelő szintű egyenfeszültséggel látja el az elektronikát.

A kiadott parancsokat és jelzéseket a védelem üvegcsőbe forrasztott ferromágneses érintkezőkkel (reed relékkel) adja ki. Az ezekre elhelyezett működtető tekercseket az elektronika megfelelő tranzisztoros hajtáson keresztül működteti. A reed relék működési sebessége 1 ms nagyságrendű. Így az elektronika és a külső körök kellően nagy szigeteléssel teljesen el vannak választva. Más elektronikus védelmekben gyakran a nyomtatott áramkörü lapra beilleszthető reléket (printreléket) építenek be, és ezek adják a leválasztást. Ezek a relék kb. 2...5 ms alatt működnek.

A védelembe beadott külső információk (gyűjtőszínvédelmi kioldás, kézi bekapcsolás, automatikus bekapcsolás) optikai csatolókon keresztül jutnak az elektronikába. Az optikai csatolók teljesen meggátolnak minden túlfeszültség és zavar bejutását az elektronikába.

Az 1. ábra mutatja a védelem felépítésének blokkvázlatát. (FV = közbenső feszültségváltók, AV = közbenső áramváltók, Eml. = emlékező kapcsolás, Ébr. = ébresztőelem-rendszer, IZ = árammal arányos feszültséget előállító elem, M = mérőelem, J = jelzés, Lébr = ébresztési logika, L = kioldási logika).

4.2.1. Ébresztőelemek.

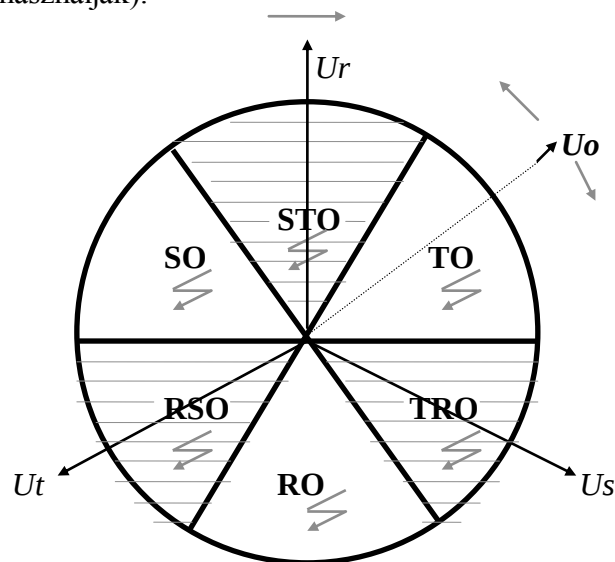
A védelembe speciális kialakítású ébresztőelem-rendszer van beépítve. Ebben fázis-túláramrelék (Ia, Ib, Ic), zérussorrendű túláramrelé (3Io), fázisfeszültségre és fázisáramra kötött fázisszögrelék (Af, Bf, Cf), fázisfeszültségre és zérussorrendű áramra kötött fázisszögrelék (Ao, Bo, Co), vonali feszültségre és ugyanazon két fázisáram különbségére kötött fázisszögrelék (AB, BC, CA) és végül három speciális karakterisztikájú fázis-impedanciarelé (Za, Zb, Zc) foglalnak helyet. A következő táblázat megadja, hogy az egyes záratoknál melyik relé szólal meg. Ez a táblázat megmutatja az úgy nevezett **"ébresztési logikát"** (Lébr).

Zárlat-fajta	Túláramrelék				Fázisszögrelék									Imp.relék		
	Ia	Ib	Ic	3Io	Af	Bf	Cf	Ao	Bo	Co	AB	BC	CA	Za	Zb	Zc
AO	X			X	X			X						X		
BO		X		X		X			X						X	
CO			X	X			X			X						X
ABO	X	X		X	X	X			X					X	X	
BCO		X	X	X		X	X	X							X	X
CAO	X		X	X	X		X		X					X		X
AB	X	X									X			X	X	
BC		X	X									X			X	X
CA	X		X										X	X		X
ABC	X	X	X		X	X	X				X	X	X	X	X	X

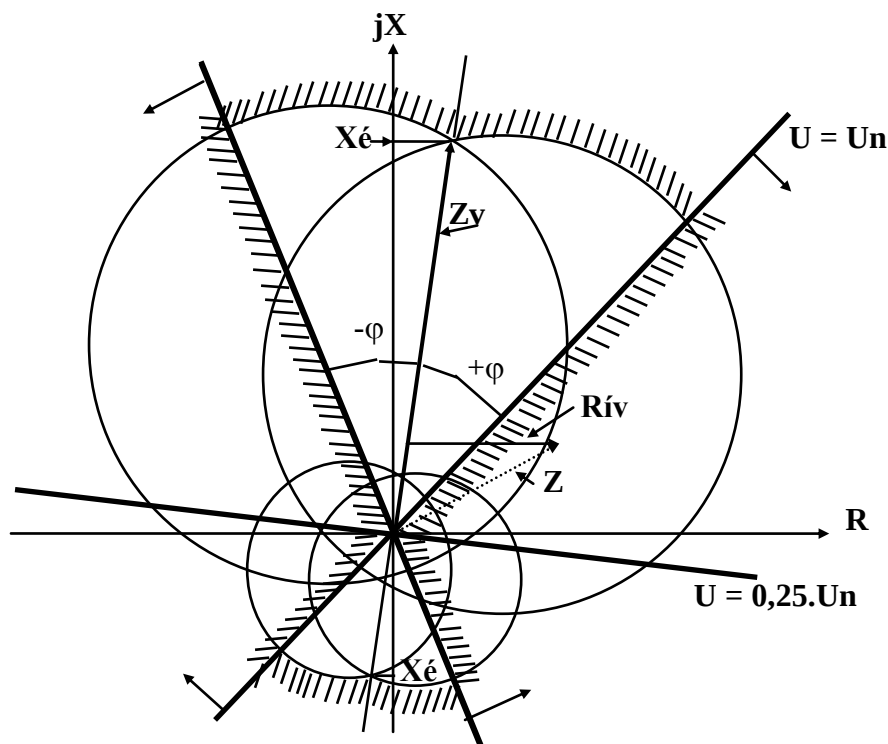
Az ETV fentiekben vázolt ébresztő rendszerének a szokásos feltételek teljesítésén túlmenően két igen előnyös tulajdonsága van:

1.) A terhelési áramokkal szemben igen nagy érzéketlenséget mutat a fázisszögrelékkel szűkített működési diagramja által. (A 4.3. ábra mutatja az ébresztő-elemek kombinált karakterisztikáját az impedancia-síkon. A körkarakterisztikákat Z_a , Z_b és Z_c , az egyeneseket a szögrelék állítják elő).

2.) A zérussorrendű áramokra kötött fázisszögrelék földérintéses zárlatok esetén mindenkor biztosítják a helyes fáziskiválasztást, és meggátolják a épfázisú indításokat. (A 4.2. ábra mutatja különböző fázisú FN és 2FN zárlatok fellépésekor a zérussorrendű feszültség irányát, ezen elv alkalmazása teszi lehetővé még nagy épfázisú áramok esetén is a helyes fáziskiválasztást. Megjegyzendő, hogy a védelemben a zérussorrendű szögreléknél U_o helyett a vele arányos I_o -t [$U_o = I_o \cdot Z_o$] használják).



4.2. ábra.
Póka-féle szélrózsa.



4.3. ábra.

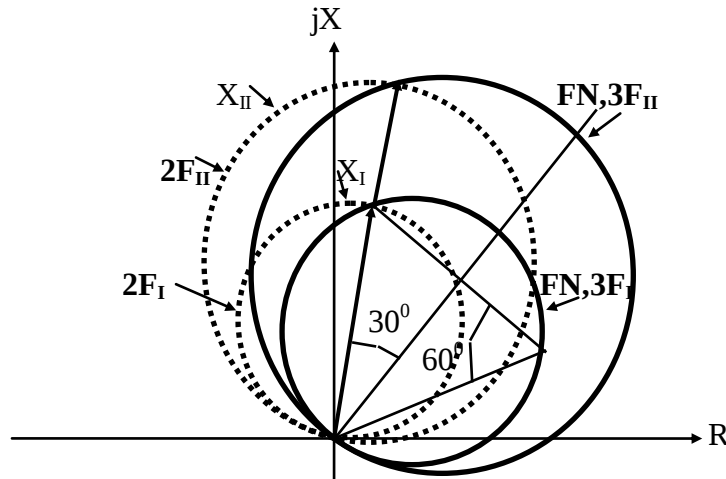
Az ébresztőelemekkombinált karakterisztikája.

A zérussorrendű elektronikus túláramrelét a három primer áramváltó nullakörébe beiktatott kis közbenső áramváltó táplálja. Mivel 2F zárlat esetén nincsen zérussorrendű áram, és ezt a relé két nagy, zárlati áram *különbségeként* állapítja meg, előfordulhat hogy akár kis áramváltó-hiba esetén is a relé hibásan megszólal, és átkapcsolja a védelmet fázismennyiségek érzékelésére. Hogy a védelem ezt elkerülje, a zérussorrendű túláramrelét fázisárammal fékezi, azaz minél nagyobb a fázisáram, annál nagyobb $3I_0$ áram kell a megszólaláshoz. Így kellően kis alapáramra állítható a relé, hogy távoli FN zárlatokat még érzékeljen, de közeli 2F zárlatokra ne működjék.

A 4.3. ábra szerinti ébresztőelem-karakterisztika területét szándékosan erősen szűkíti a szögrelék vágása. Azonban ha közeli zárlatnál nagy hibahelyi ellenállással (Riv) keletkezik zárlat, akkor előfordulhat, hogy az érzékelt impedancia (Z) az ébresztési karakterisztikán kívül esik, és a védelem nem működik. Hogy a védelem ezt elkerülje, kihasználja azt a tényt, hogy közeli zárlatkor a zárlatos feszültség letörik, és ekkor a szögrelék $\pm\varphi$ szögét feszültségtől függően megnöveli. Míg ép feszültségnél ($U = U_n$) a φ szög $\pm 30^\circ$, már $U = 0,6.U_n$ értéknél $\pm 40^\circ$, $U = 0,25.U_n$ -nél pedig már $\pm 90^\circ$, azaz a szögrelé 180° -ra teljesen "kinyílik" (lásd a 4.3. ábrát).

4.2.2. MÉRŐELEMELK.

A mérőelemek kialakítása FN és 3F zárlatokra 6 db (3 fázis x 2 fokozat), R tengely irányában ívkompenzáció céljából billentett (kerületi szög 60°), MHO karakterisztikájú relével (4.4. ábra, FN, 3F), míg 2F zárlatokra Breszler típusú 2 db nem billentett MHO relével (4.4. ábra, 2F) történik. Minden egyes relé-karakterisztika egyik fix pontja az impedanciasík origója, másik a védett távvezeték impedanciájának irányába beállított első, illetve második fokozati impedancia (ennek megfelelő beállított reaktancia a 4.4. ábrán X_I és X_{II}).



4.4. ábra.
Mérőelem-karakterisztikák.

Az MHO relék egyes fokozatainak mérőfeszültségét $U - I \cdot Z_{\text{fokozat}}$ értékre kell beállítani, hogy Z_{fokozat} értékig érjen el. Természetesen ebben az egyenletben lévő U és I értékek a zárlatfajta és a zárlatos fázis szerint vannak fixen rákapcsolva minden egyes mérőelemre. 2F és 3F zárlat esetén az erre vonatkozó egyenlet:

$$Z_m = \frac{U_B - U_C}{I_B - I_C},$$

FN és 2FN zárlat esetén pedig

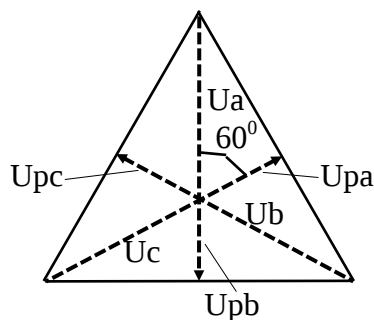
$$Z_m = \frac{U_R}{I_R + \alpha \cdot 3I_0}$$

ahol

$$\alpha = \frac{\frac{Z_0}{Z_1} - 1}{3}$$

a védett távvezeték paramétereiből számítható állandó. Természetesen mindkét felső, érzékelési egyenletben a zárlati fázis(ok) szerint ciklikusan cserélni kell az értékeket. Így fémes zárlat esetén az érintett mérőelem mindig a védelem felszerelési helye és a zárlat közötti pozitív sorrendű impedanciát érzékeli.

A MHO karakterisztikák eleve irányérzékenyek. Polarizáló feszültséget a feszültség-háromszög 4.7. ábra szerinti feszültségei (U_{pa} , U_{pb} , U_{pc}), így lényegében ép feszültséggel polarizáltak, azaz aszimmetrikus zárlatokra holtávmentes mérést biztosítanak. Háromfázisú közeli zárlatokra, amikor mind a három feszültség letörik, és így nem lenne elegendő nagyságú polarizáló feszültség, a védelem **emlékező kapcsolást** alkalmaz: az előbb említett polarizáló feszültségek 50 Hz-re hangolt rezgőkörre vannak kapcsolva, és így a zárlat fellépése után még kb. 0,2 s-ig fázishelyes feszültség áll a mérés rendelkezésére. Ez elegendő, mivel csak közeli, azaz az első fokozatban háritandó zárlatok esetén van erre szükség. Késleltetve pedig veszélyes lenne az emlékező feszültséget fölhasználni, mivel a hálózat esetleg 50 Hz-től eltérő frekvenciája miatt a polarizáló feszültség mögöttes zárlatra elfordulna, és megengedné a hibás kioldást.



4.7. ábra.
Up polarizáló feszültségek.

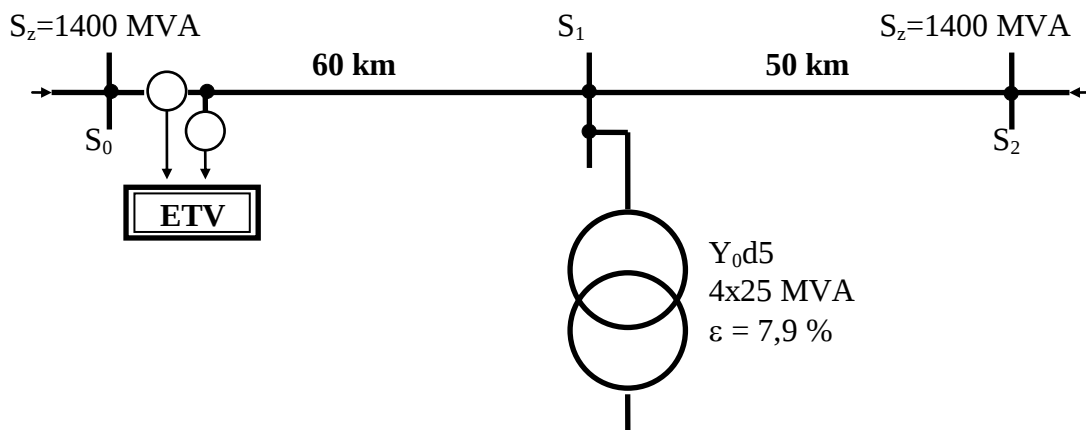
A fenti teljes holtávmentesítés tökéletes megoldást szolgáltat, csupán egyetlen eset "lóg ki" belőle: ha feszültségmentes távvezetékre rákapcsolnak, és azonnal zárlat keletkezik. Ekkor ugyanis nincs mire "emlékezni". Erre az esetre logikai megoldást ad a védelem: minden (kézi vagy automatikus) bekapcsoláskor információt kap a védelem, amire néhány tized másodpercre "ébresztési gyorsítást" ad, azaz ha ébresztés van, tehát zárlat lépett fel, akkor – impedancia- és iránymérés nélkül – azonnal és háromfázisúan kikapcsoló parancsot ad.

4.3. Beállításszámítás.

A laboratóriumi méréshez hozzátartozik az ETV védelem beállításszámítása.

A védelmet tápláló feszültségváltó áttétele legyen $\dot{a}_U$, a áramváltóé $\dot{a}_I$. Ebből számítható az impedancia-áttétel: $\dot{a}_Z = \dot{a}_U / \dot{a}_I$. Mint ismeretes, a primer impedanciákat ezen áttétel segítségével kell átszámítani szekunderre, azaz el kell vele osztani (hasonlóan, mint ahogya primer feszültséget $\dot{a}_U$ -val, a primer áramot $\dot{a}_I$ -vel kell osztani, hogy szekunder értéket kapjunk).

A példaként felvett hálózat, amely a mérés modelljének is megfelel, az alábbi ábrán látható:



Mérőváltók adatai:

$$\dot{a}_U = \frac{120000 / \sqrt{3}}{100\sqrt{3}} \text{ V}, \quad \dot{a}_I = \frac{600}{1} \text{ A}$$

Távvezetékek adatai:

$$\begin{aligned} x_1 &= 0,4 \text{ ohm/km} \\ r_1 &= 0,049 \text{ ohm/km} \\ Z_0 / Z_1 &= 2 \\ \varphi_1 &= 83^\circ \\ \varphi_0 &= 80^\circ \end{aligned}$$

biztonsági tényező $\varepsilon = 0,15$

A fenti adatokkal elvégezhető a távolsági védelem **beállításszámítása**.

Az impedancia-átvitel:

$$\dot{a}_Z = \dot{a}_U / \dot{a}_I = \frac{120000 / \sqrt{3}}{100\sqrt{3}} / \frac{600}{1} = 1200 / 600 = 2$$

Először az első és a második távvezeték primer és szekunder reaktancia-értékeit határozzuk meg:

$$\text{primer: } X_{1(01)} = 0,4 \cdot 60 = 24 \, \Omega, \quad \text{szekunder: } x_{1(01)} = 24/2 = 12 \, \Omega$$

$$\text{primer: } X_{1(02)} = 0,4 \cdot 50 = 20 \, \Omega, \quad \text{szekunder: } x_{1(02)} = 20/2 = 10 \, \Omega$$

Az ETV távolsági védelem *minimális indulási áramát* (I_f , fázis-túláramrelék), ha más indok nincs, a legkisebb értékre célszerű beállítani: $0,2 \times I_n$.

A *zérussorrendű túláramrelét* ($3I_0$), szintén a legkisebb áramra szokás beállítani: $0,2 \times I_n$.

A *zérussorrendű keverés* (α) az alábbi egyenlettel számítható:

$$\alpha = \frac{\frac{Z_0}{Z_1} - 1}{3} = \frac{2 - 1}{3} = 0,33$$

Mivel α konstans csak 0,1-es lépcsőkkel állítható, legyen értéke 0,3 (de 0,4 is lehetett volna).

A távvezeték *pozitív sorrendű impedanciájának szöge* tényleges adat, $\varphi_1 = 83^\circ$, a beállítható legközelebbi érték $\varphi_1 = 80^\circ$.

A távvezeték *zérussorrendű impedanciájának szöge* tényleges adat, $\varphi_0 = 80^\circ$, és ez be is állítható.

Távolsági védelem *első fokozatának beállítását* az alábbi egyenlet segítségével lehet meghatározni (biztosan ne érjen át a következő távvezetésekre):

$$X_1 \leq \frac{x_{1(01)}}{1 - \varepsilon} = \frac{12}{1,15} = 10,43 \, \Omega \quad (\varepsilon = 0,15)$$

Az ETV védelem első fokozatának reaktanciabeállítási egyenlete (a védelem leírásából vehető):

$$X_1 = (1..7,35) \cdot M \cdot \frac{U_n / 100}{I_n} \, \Omega$$

ahol M multiplikáló faktor, beállítható 1 és 7 értékre, U_n és I_n a védelem névleges értékei, itt 100 V és 1 A, így a fenti egyenlet tört része 1-gyel egyenlő.

Az X_1 első fokozati reaktanciára fent kiszámított $10,43 \Omega$ csak $M = 7$ érték mellett állítható be. Így a reaktanciát $\frac{10,43}{7} = 1,49 \Omega$ -ra kellene beállítani. Mivel a lépcső $M=0,05 \Omega$, ezért az igen közel lévő $1,5 \Omega$ -ot állítjuk be. Ezzel az első fokozat tényleges beállítása (szekunder értékben): $1,5 \cdot 7 = 10,5 \text{ ohm}$.

Az ETV védelem *második fokozatának* beállítási feltételei az alábbiak:

1.) biztosan túlérjen a védett távvezetéken

$$X_{II} \geq \frac{x_{1(01)}}{1 - \varepsilon} = \frac{12}{0,85} = 14,12 \Omega$$

2.) ne ütközzön a következő távvezeték második fokozata elejével

$$X_{II} \leq \frac{x_{1(01)}}{1 + \varepsilon} + x_{1(12)} \frac{1 - \varepsilon}{(1 + \varepsilon)^2} = \frac{12}{1,15} + 10 \cdot \frac{0,85}{1,15^2} = 16,86 \Omega$$

3.) ne érjen át a differenciálvédelemmel (= pillanatműködéssel) védett transzformátorok szekunder oldalára, mert azon az oldalon van lassú (több szelektív időlépcsővel késleltetett) védelem, és azzal nem lenne szelektív; a megadott adatokból a transzformátor kiszámítható reaktanciaértéke szekunderre átszámítva:

$$x_{tr} = \frac{1}{2} \cdot \frac{\varepsilon}{100} \cdot \frac{U^2}{S} = 5,7 \Omega$$

a fokozat számítása:

$$X_{II} \leq \frac{x_{1(01)}}{1 + \varepsilon} + \frac{x_{tr}}{1 + \varepsilon} = \frac{12}{1,15} + \frac{5,7}{1,15} = 15,39 \Omega$$

A második fokozati reaktanciát tehát $14,2 \Omega$ fölé, és $15,39 \Omega$ alá kell állítani, ezen értékek közé bárhová állíthatjuk.

A második fokozati reaktancia beállítási egyenlete (a védelem leírásából vehető) a védelemben egy szorzó, amivel a már beállított első fokozatot meg kell szorozni. A lehetséges beállítások: (1,3...2), 0,1-es lépcsőkkel.

Legyen X_{II} kiválasztott értéke $14,7 \Omega$, akkor a szükséges beállítási szorzó:

$$\frac{14,7}{10,5} = 1,4 \Omega$$

(ha nem kerek érték jön ki, akkor úgy kell kerekíteni, hogy a beállított érték a fent kiszámított értékek között maradjon).

Az ETV védelem késleltetései a hálózat többi elemétől, azaz a védelmi rendszertől függ, ezért azokat itt megadjuk)

$t_I = 0$ s (állíthatatlan),

$t_{II} = 0,5$ s,

$t_{III} = 1,6$ s (ez az úgy nevezett "végidő", azaz csak az ébresztés indítja).

Ébresztőelem beállítása.

előre néző reaktancia: 40Ω ,

hátra néző reaktancia: 3Ω (ennek csak gyűjtőszínzárlatot kell érzékelni, ehhez 120 kV-on min. 5Ω kell; $3 \times 2 = 6 \Omega$, tehát jó).

Védelmet tápláló áramváltó méretezése tranziens tartományban.

Írta: Póka Gyula

1. Bevezetés.

Az elektromechanikus, valamint az első generációs elektronikus védelmeknél a tápláló áramváltók tranziens viselkedése a védelmek integráló jelfeldolgozása miatt nem volt lényeges kérdés. Az esetek többségében vagy semmilyen probléma nem lépett fel, mert a működési önidők alatt a tranziens jelenségek már lecsengtek, vagy egyes esetekben a tranziens leképzés-torzítás kismértékű késést, az önidő néhány tíz százalékos emelkedését idézte elő.

Az impulzusfeldolgozó elektronikus, de különösen a mikroprocesszoros védelmek megjelenése előtérbe hozta a védelmeket tápláló áramváltók tranziens viselkedésének vizsgálatát. Ezt elsősorban a gyors védelmi működés (kb. 10...30 ms-os működési önidő), továbbá a feszültség- és áramjelek pillanatértékeinek felhasználása idézte elő.

A védelmeket tápláló áramváltók tranziens viselkedésével a műszaki irodalomban igen régóta, már több évtizeddel ezelőtt is foglalkoztak. A tranziens méretezés elméleti és gyakorlati tapasztalatai alapján nemzetközi szabvány is készült (IEC 44), majd a CENELEC kiadta legújabb szabványát (IEC 60044-6: 1999; magyar szabványként MSZ EN 60044-6 1999.)

Ez a cikk összefoglalja az áramváltók tranziens viselkedésének kétfajta tárgyalási módját (közelítő és pontos módszer), a tranziens méretezést és az előírások indoklását.

2. A szekunder terhelés α tényezőjének megállapítása.

Az áramváltó háromfázisú szekunder vezetékezésének analízise azt mutatja, hogy különböző zárlatfajták esetén az összekötő kábelek és a védelmek impedanciája az áramváltó terhelésében gyakran növelve jelentkezik.

A terhelést általában úgy kell kiszámítani, hogy a áramváltó szekunder oldalán az *áramváltó-kábel-védelem* kapcsolásra fel kell venni az előforduló zárlati áramképeket, kiszámítani az áramváltók szekunder kapcsaira eső feszültségeket, és el kell osztani az adott áramváltó szekunder tekercsében ténylegesen folyó árammal. Az így kapott értékek közül a maximális impedancia a Z_t (R_t) tényleges terhelés. Egyes esetekben ez *lényegesen nagyobb, mint egy kábelér és a védelem egyik fázisának impedanciája*. Emiatt a szekunder terhelést α tényezővel be kell szorozni. Az α tényező értékeit különböző áramváltó-szekunder kapcsolásokra, a védelmet bekötő kábel egy kábelerének ellenállására [$R_{k\acute{a}bel}$], a védelem fázisági impedanciájára [$Z_{védelem}$] és a védelem nullaági impedanciájára [$Z_{védelem,0}$] vonatkozólag a következő 1. táblázat mutatja.

α tényező	$R_{k\acute{a}bel}$			$Z_{v\acute{e}delem}$			$Z_{v\acute{e}delem,0}$		
	3F	2F	FN	3F	2F	FN	3F	2F	FN
a.)	1	1	2 (4)	1	1	1 (1)	0	0	1 (3)
b.)	3	3	–	3	3	–	–	–	–
c.)	$\sqrt{3}$	2 (3)	2 (3)	1	1	1 (1)	–	–	–

1. táblázat.

α tényező legnagyobb értékei.

a.) csillagkapcsolás, b.) deltakapcsolás, c.) V-kapcsolás (csak R és T fázisban van áramváltó). A zárójeles értékek hatásosan földelt csillagpontú hálózatban végponti esetre vonatkoznak.

Például az áramváltó szekunder tekercsének szokásos csillagkapcsolása esetén 3F zárlatra csak egyetlen kábel-vezeték-hosszat kell figyelembe venni ($\alpha = 1$), de már FN zárlatnál a szekunder áram a fáziság és a nullaágon át táplálja a védelmet, tehát kétszeres a szorzó. Ez az $\alpha = 2$ szorzó az a szokásos érték, amelyet csillagkapcsolás esetén méretezésnél mindig figyelembe kell venni. A következők levezetésekénél a szorzó nincs kiírva, de konkrét számításoknál Z_t , illetve R_t megállapításánál α -t figyelembe kell venni.

Ha a védelmet két áramváltó paralel táplálja (pl. másfél megszakító mező), akkor a terhelés általában nagyobb, megállapítása külön meggondolást igényel. A terhelésszámítás részleteit, α együttható megállapítását különleges esetekre a "Védelmek és automatikák villamosenergia-rendszerekben" című, ú.n. *kék könyv*-ben lehet részleteiben tanulmányozni.

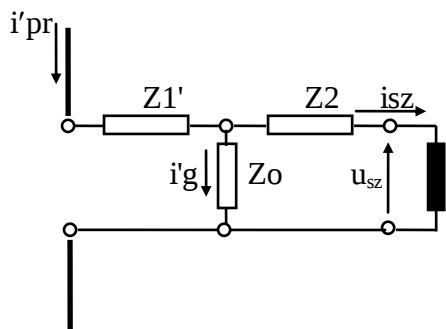
3. Közelítő módszer.

Az igen könnyen áttekinthető közelítő tárgyalási módot másként *feszültségintegrál* vagy *voltsecundum* módszernek is nevezik.

A módszer lényege az, hogy az áramváltó gerjesztési induktivitását igen nagy, gyakorlatilag végtelennek veszik ($L_0 \rightarrow \infty$).

Az áramváltó lényegében rövidrezárt transzformátor. Helyettesítő kapcsolását az 1.a ábra mutatja.

Az ábrában:

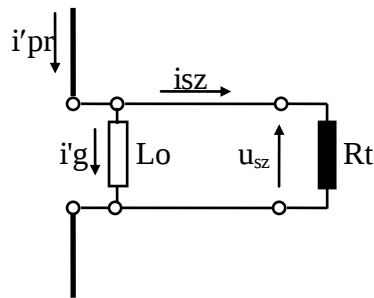


- i'_{pr} a primer áram szekunder oldalra redukálva,
- i'_g a gerjesztőáram,
- i_{sz} a szekunder áram,
- u_{sz} a szekunder kapocsfeszültség
- $Z1'$ a primer tekercs szórási reaktanciája és
- Z_t^* konduktanciája szekunder oldalra redukálva,
- $Z2$ a szekunder tekercs szórási reaktanciája és konduktanciája,
- Z_o az áramváltó gerjesztési impedanciája,
- Z_t^* az áramváltó szekunder terhelése (összekötő kábel, relék).

1. ábra.

Áramváltó helyettesítő kapcsolása.

Az 1. ábra szerinti helyettesítő kapcsolásban az áramváltó primer tekercsének Z_1 szórási reaktanciája és konduktanciája nem befolyásolja a primer áramot, ezért elhagyható. A Z_0 gerjesztési impedancia ohmos része gyakorlatilag elhanyagolható, így csak a reaktanciát kell figyelembe venni. A Z_t^* terhelési impedancia kábelellenállás része tiszta ohmos ellenállás (konduktancia), mivel a kábelerek szorosan egymás mellett haladnak, így a reaktancia elhanyagolható, a védelmek impedanciája pedig - különösen az elektronikus és mikroprocesszoros védelmeknél - gyakorlatilag szintén csak ohmos. A Z_2 szekunder tekercs X_2 szórási reaktanciája gyakorlatilag zérus, míg konduktanciáját össze szokás vonni a terhelési ellenállással (lásd a 2. ábrát), így kapható Z_t , illetve ennek konduktív része, R_t .



Az ábrában:

i'_{pr} a primer áram szekunder oldalra redukálva,
 i'_g a gerjesztőáram,
 i_{sz} a szekunder áram,
 u_{sz} a szekunder kapcsolófeszültség
 L_0 gerjesztési inductivitás,
 R_t összekötő kábel, védelmek és a szekunder tekercs konduktanciája.

2. ábra.

Egyszerűsített helyettesítő kapcsolás.

Az áramváltó szekunder köreire igaz (R_t , L_t : a teljes szekunder kör ellenállás és inductivitás):

$$u_{sz} = R_t \cdot i_{sz} + L_t \frac{di_{sz}}{dt} \dots\dots\dots 1$$

A 2. ábra kapcsolása szerint L_t értékének elhanyagolásával felírható:

$$u_{sz} = R_t \cdot i_{sz} \dots\dots\dots 2$$

Ha L_0 értéke a többi impedanciához képest sokkal nagyobb, azaz $L_0 \rightarrow \infty$, akkor a primer áram szekunderre átszámított értéke megegyezik a szekunder árammal ($i_{sz} = i'_{pr}$). Így:

$$u_{sz} = R_t \cdot i'_{pr}$$

Ez a feszültség jut a gerjesztési reaktanciára. Mivel a feszültség a fluxus idő szerinti differenciálhányadosa (N_{sz} a szekunder menetszám, $\Psi = N_{sz} \cdot \Phi$ a tekercsfluxus)

$$u_{sz} = N_{sz} \frac{d\Phi}{dt} = \frac{d\Psi}{dt},$$

így a fluxus a feszültség idő szerinti integrálja:

$$\Psi = \Psi_e + \int_0^t u_{sz} \cdot dt, \dots\dots\dots 3$$

és így az áramváltó vasmagjának fluxusa:

$$\Psi = \Psi_e + \int_0^t u_{sz} \cdot dt = \Psi_e + R_t \int_0^t i_{sz} \cdot dt \text{ [Vs] (voltsecundum) } \dots\dots\dots 4$$

azaz a fluxus Ψ_e előzetes (remanencia) értékről indul, és a változás arányos az áram-időfüggvény görbéje alatti területtel.

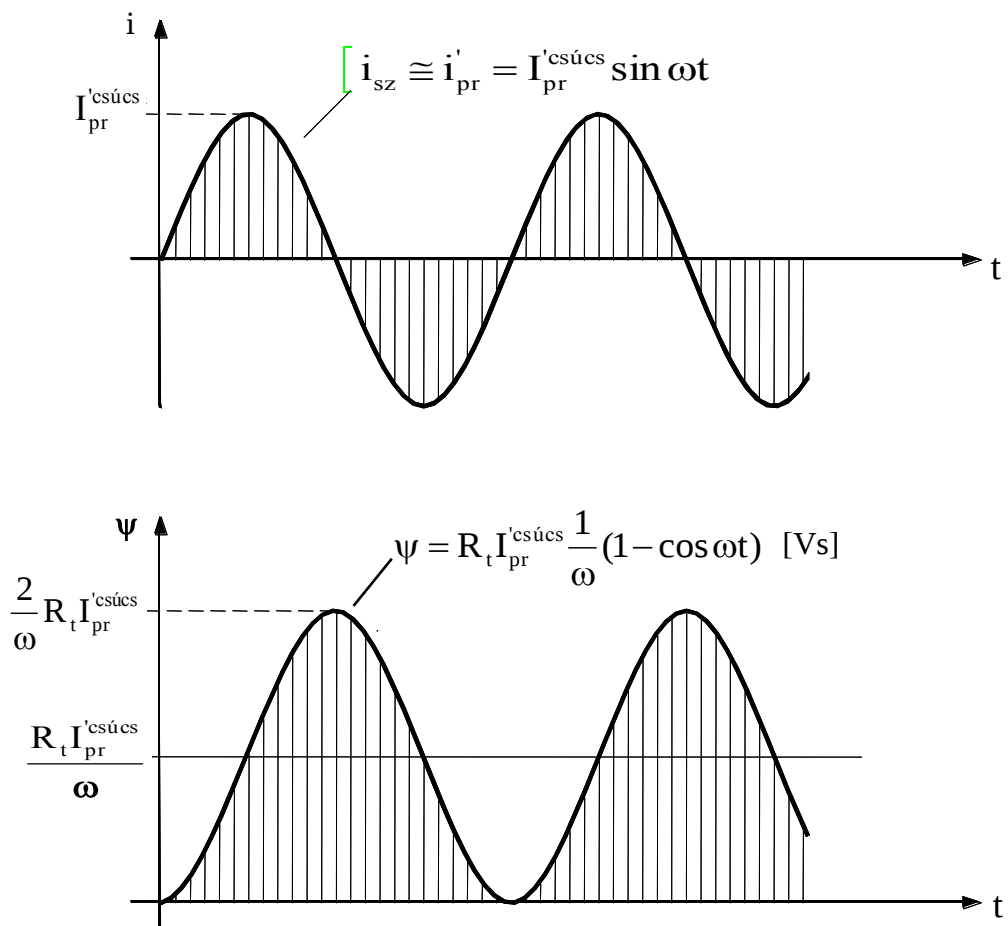
A zárlati áram az időtengelyre szimmetrikus zárlat esetén, azaz ha nincs egyenáramú összetevő:

$$i_{sz} \cong i'_{pr} = I'_{pr}{}^{csúcs} \sin \omega t, \dots\dots\dots 5$$

és így az integrál értéke:

$$\boxed{\Psi = \Psi_e + R_t \cdot I'_{pr}{}^{csúcs} \cdot \frac{1}{\omega} (1 - \cos \omega t) [Vs]} \dots\dots\dots 6$$

Itt Ψ_e értéke a vasmag előéletéből visszamaradt remanencia. $\Psi_e = 0$ esetére az áramot és a hozzá tartozó fluxust a 3. ábra mutatja.



3. ábra.

A zárlati áram és a fluxus időfüggvénye közelítő módszerrel meghatározva, zárlati egyenáramú összetevő nélkül.

A 3. ábra fluxusa az időtengelyre nem szimmetrikus, pedig a primer zárlati áramban nincs egyenáramú összetevő. Ezt a hirtelen fellépő nagy szinuszos zárlati áram okozza, emiatt keletkezik a fluxusnak egyen-összetevője, amely viszont a vas hiszterézise következtében idővel lecseng, így hosszabb idő után az úgy nevezett "*stacioner állapot*" már ezen összetevő nélküli, az időtengelyre szimmetrikus fluxust mutat. Ugyancsak szimmetrikus a fluxus folyamatosan emelt primer áram esetén (nem gyakorlati eset). Régebben ezt az értéket vették "*stacioner méretezési alap*"-nak, és így a stacioner méretezés általában a következő egyenlet szerint történt:

$$\psi = \frac{1}{\omega} \cdot R_t \cdot I'_{pr}^{csúcs} [Vs] \dots\dots\dots 7$$

Mivel a tényleges stacioner méretezést célszerűen az áramváltó gyárilag megadott U_k effektív könyökfeszültsége alapján végzik, a méretezés alapja:

$$U_k \geq U_{sz} = R_t \cdot I'_{pr}^{eff} \dots\dots\dots 8$$

összefüggés volt. Jelenleg ezt tekintik olyan alapnak, amelyhez az összes többi méretezést viszonyítják.

Amint a 6. egyenletből és a 3. ábrából látható, egyenáramú összetevő nélküli zárlati áram esetén a tényleges maximális fluxus (a 6. egyenletben $[\cos \omega t = -1]$), ha nincs remanencia ($\Psi_e = 0$), a 7. egyenlet szerintinek kétszerese:

$$\psi = \frac{2}{\omega} \cdot R_t \cdot I'_{pr}^{csúcs} [Vs] \dots\dots\dots 9$$

A 7. és 8. egyenletek szerinti "*stacioner méretezés*"-sel szemben a 9. egyenletben 2-es szorzó szerepel, azaz kétszeres értékre kell méretezni a vasmagot, másként mondva fele zárlati áram már elvisz a telítési határhoz. Így a "*zárlati stacioner méretezés*"-nek figyelembe kell venni azt a "*tranzienst*" is, amelyet a hirtelen fellépő nagy szinuszos zárlati áram okoz, ez megkétszerezi a fluxus-igényt. Más szavakkal csak fele fluxus áll rendelkezésre.

Példával illusztrálva, egy $n_t = 10$ pontosságú határtényezőjű áramváltó $Z_t = Z_n$ névleges impedanciával terhelve zárlat esetén még egyenáramú összevívó nélkül is csak $n_t = 5$ tényező szerint vehető igénybe. A szükséges *túlméretezési tényező* tehát stacioner esetre is $K = 2$.



Ha a zárlati áram aszimmetrikus, egyenáramú összetevőt is tartalmaz. Maximális egyenáramú összetevő esetén:

$$i_{sz} \cong i'_{pr} = I'_{pr}^{csúcs} (e^{-\frac{t}{T_1}} - \cos \omega t), \dots\dots\dots 10$$

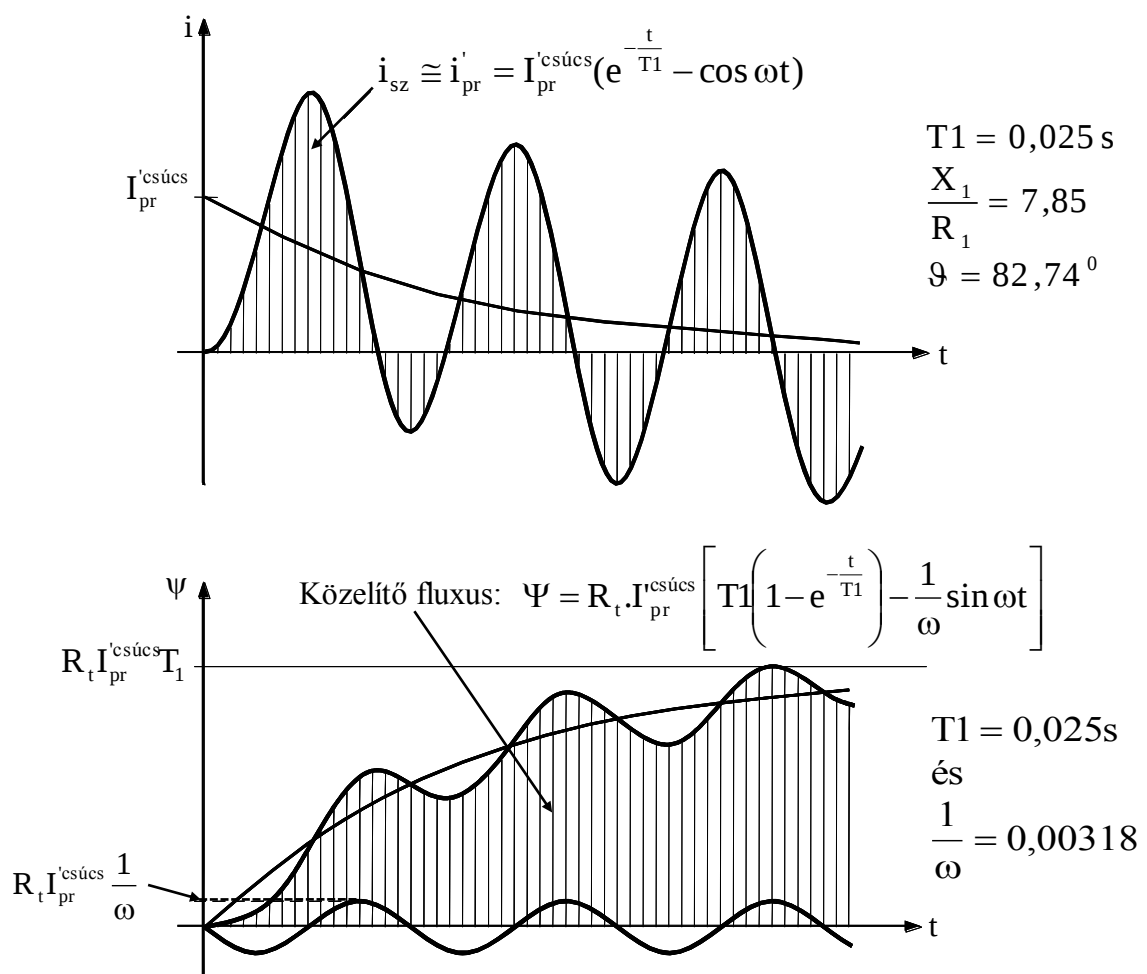
és az integrál értéke:

$$\Psi = \Psi_e + R_t \cdot I'_{pr}^{csúcs} [T_1 \cdot (1 - e^{-\frac{t}{T_1}}) - \frac{1}{\omega} \sin \omega t] [Vs] \dots\dots\dots 11$$

Ψ_e értéke itt is a vasmagban visszamaradt remanenciát jelöli. $\Psi_e = 0$ esetére az áramot és a hozzá tartozó fluxust a 4. ábra mutatja.

A 10. és 11. egyenletekben, és a 4. ábrán szereplő $T1$ időállandó a primer zárlati áramkör időállandója, azaz a mértékadó zárlati helyre vett mérésponti reaktancia és konduktancia ω -val osztott értéke (hurkolt hálózaton a védelem oldaláról vett mérésponti impedanciából számítható időállandó):

$$T1 = \frac{L_1}{R_1}, \quad \text{vagy} \quad \omega \cdot T1 = \frac{X_1}{R_1} \dots\dots\dots 12$$



4. ábra.

A zárlati áram és a fluxus időfüggvénye közelítő módszerrel meghatározva, zárlati egyenáramú összetevővel.

A 11. egyenlet és a 4. ábra egyenáramú összetevős zárlati áramot mutat. A vasmag remanenciája $\Psi_e = 0$ esetén a maximális fluxus akkor adódik, amikor az exponenciális rész közel 1 értékű, és a $[-\sin \omega t]$ pedig éppen maximálisan (1) érték lesz:

$$\psi = R_t \cdot I'_{pr}^{csúcs} \left(T1 + \frac{1}{\omega} \right) [Vs] \dots\dots\dots 13$$

Ha azt kívánjuk elérni, hogy tranziens állapotban egyáltalán ne telítődjön az áramváltó vasmagja, a 7. illetve 8. egyenlet szerinti "stacioner" állapothoz képest túl kell méretezni az áramváltó köröket. A minimálisan szükséges K túlméretezési tényező értéket a 13. és 7. egyenlet hányadosa adja:

$$K = \frac{T1 + \frac{1}{\omega}}{\frac{1}{\omega}} = \omega \cdot T1 + 1 = \frac{X_1}{R_1} + 1 \dots\dots\dots 14$$

Figyelembe vehető még, hogy általában

$$\omega \cdot T1 \gg 1$$

így megkapható azt az egyenlet, amire tranziens üzemben méretezni kell az áramváltó köröket, hogy soha ne telítődjön az áramváltó vasmagja, azaz hogy teljes telítésmentesség legyen:

másként

$$K = \omega \cdot T1 = \frac{X_1}{R_1}$$

$$U_k \geq \frac{X_1}{R_1} \cdot U_{sz} = \frac{X_1}{R_1} \cdot R_t \cdot I'_{pr}^{eff}$$

..... 15

A 15. egyenlet szerint K túlméretezési tényező értékét tehát csak a primer zárlati áramkör T1 időállandója szabja meg. Sугaras hálózaton K a mértékadó zárlati helyre vett mérésponti reaktancia (X_1) és konduktancia (R_1) hányadosa, míg hurkolt hálózaton a védelem oldaláról vett mérésponti rész-impedanciából számítható azonos érték. X_1 és R_1 függ a zárlat fajtájától is, 3F zárlatnál a pozitív sorrendű értékekkel kell számítani, míg 2F, 2FN és FN zárlatnál a helyettesítő hálózatok szerint a teljes zárlati áramhurkot figyelembe kell venni.

Ha az áramváltó előéletéből remanens fluxus maradhat vissza, a 15. egyenletben kiszámított K tényező értékét növelni kell (7. fejezet).

Az így számított értéket a visszakapcsolás utáni zárlatkor a holtidő alatt az áramváltóban még fennmaradt szekunder gerjesztési állapot növelheti (8. fejezet).



4. Pontos módszer.

A pontos módszer lényege az, hogy az áramváltó L_o gerjesztési induktivitását végesnek veszi. A módszert a "Védelmek és automatikák villamosenergia-rendszerekben" című, ú.n. *kék könyv*-ben lehet részleteiben tanulmányozni.

A módszer kiinduló egyenletei az alábbiak: (felvéve: a szekunder tekercsellenállás itt is a terhelésbe van redukálva, a levezetésnél L_o értéke állandó, azaz a vasmag lineáris, és a primer menetszám $N_{pr} = 1$).

$$u_{sz} = \frac{d\psi}{dt}, \quad \text{másképp} \quad u_{sz} = i_{sz} \cdot R_t + L_t \frac{di_{sz}}{dt}, \quad \text{továbbá} \quad \psi_{sz} = N_{sz} \cdot \Phi = N_{sz} \cdot B \cdot A \quad \dots 16$$

$$\text{A gerjesztési egyenletből:} \quad H \cdot \ell = i_{pr} + i_{sz} \cdot N_{sz}, \quad \text{ebből} \quad i_{sz} = \frac{H \cdot \ell - i_{pr}}{N_{sz}} \quad \dots 17$$

$$\text{Figyelembe kell venni, hogy} \quad H = \frac{B}{\mu_0 \mu_r}, \quad \text{és hogy} \quad L_o = \frac{\eta_0 \eta_r \cdot A \cdot N_{sz}^2}{\ell} \quad \dots 18$$

A 16., 17. és 18. egyenleteket felhasználva a következő differenciálegyenlet adódik:

$$\frac{dB}{dt} = \frac{R_t}{A \cdot N_{sz}^2} \cdot i_{pr} - \frac{R_t}{L_o} \cdot B + \frac{L_t}{A \cdot N_{sz}^2} \cdot \frac{di_{pr}}{dt} - \frac{L_t}{L_o} \cdot \frac{dB}{dt} \quad \dots 19$$

A primer zárati áram értéke maximális egyenáramú összetevő esetén:

$$i'_{pr} = \frac{i_{pr}}{N_{sz}} = I'_{pr}{}^{csúcs} \left(e^{-\frac{t}{T_1}} - \cos \omega t \right) \quad \dots 20$$

Ezt be kell helyettesíteni a differenciálegyenletbe, és figyelembe kell venni, hogy $L_o \gg L_t$, $\omega L_o \gg R_t$, továbbá a szekunderkörü időállandó $T_2 = \frac{L_o}{R_t}$, $\omega \cdot T_1 = \frac{X_1}{R_1}$, és $\psi_{sz} = N_{sz} \cdot \Phi = N_{sz} \cdot B \cdot A$, valamint ϑ_t -ben t index mindig a terhelési impedanciára vonatkozik.

A differenciálegyenlet megoldva B független változóra:

$$B = B_o + \left[\frac{L_o}{A \cdot N_{sz}} \right] \cdot I'_{pr}{}^{csúcs} \cdot \frac{1}{\omega \cdot T_2} \cdot \left[\frac{\omega \cdot T_1 \cdot T_2}{T_2 - T_1} \cdot \left(e^{-\frac{t}{T_2}} - e^{-\frac{t}{T_1}} \right) - \frac{1}{\cos \vartheta_t} \cdot \sin(\omega t + \vartheta_t) \right] \quad \dots 21$$

ahol B_o a remanens indukció, ϑ_t a terhelő szekunder impedancia fázisszöge.

Ha a terhelési impedancia induktivitása elhanyagolható, azaz $\vartheta_t = 0$, a váltakozó-áramú rész a következő alakot veszi fel:

$$\frac{1}{\cos \vartheta_t} \cdot \sin(\omega t + \vartheta_t) \rightarrow \sin \omega t,$$

és remanens indukciót zérusnak véve ($B_o = 0$):

$$B = \left[\frac{L_o}{A \cdot N_{sz}} \right] \cdot I'_{pr}{}^{csúcs} \cdot \frac{1}{\omega \cdot T_2} \cdot \left[\frac{\omega \cdot T_1 \cdot T_2}{T_2 - T_1} \cdot \left(e^{-\frac{t}{T_2}} - e^{-\frac{t}{T_1}} \right) - \sin \omega t \right] \quad \dots 22$$

Az indukcióból a tekercsfluxus és a gerjesztőáram telítetlen állapotban az alábbi módon határozható meg:

$$\begin{array}{l} \psi = [A.N_{sz}] \cdot B \\ \text{és} \\ i_g' = \left[\frac{A.N_{sz}}{L_o} \right] \cdot B \end{array} \quad \left| \begin{array}{l} \dots\dots\dots 23 \end{array} \right.$$

A B indukciógörbét, illetve a 23. *egyenletek* szerint vele arányos ψ és i_g' görbét az 5. ábra mutatja.

Az 5. ábra indukciógörbéjét telített állapotban a 6. ábra mutatja, alsó részében látható a torzult szekunder áram. Jól követhető, hogy t_T telítési idő alatt nincs telítés, azután súlyos tranziens telítés következik be, majd bizonyos idő múlva a vasmag újból telítésmentes lesz. Ennek megfelelően három részre bontható az áramváltó leképzése:

- torzításmentes leképzés a t_T telítési idő alatt,
- tranziens telítés tartománya (torzított leképzés),
- tartós torzításmentes leképzés.

A 6. ábrán megfigyelhető, hogy telítés esetén a telített állapot elméleti időtartama a valóságban lényegesen lecsökken (a gerjesztés mintegy "elvész"), így a torzult leképzés rövidebb ideig tart.

A bemutatott tranziens telítést az áramváltó-körök kellő túlméretezésével lehet kiküszöbölni. A telítés elkerüléséhez szükséges K túlméretezési tényezőt a következőképpen lehet meghatározni.

Ha a 21. *egyenletet* "stacioner" viszonyokra átalakítjuk, az egyenlet képe (ugyanazt a hibát követjük el, mint a 2. Közelítő módszer fejezetben a 10. és 11. *egyenleteknél*):

$$B = \left[\frac{L_o}{A.N_{sz}} \right] \cdot I_{pr}^{csúcs} \cdot \frac{1}{\omega.T2} \cdot [-\sin \omega t]$$

ennek maximális értéke akkor van, ha a $[-\sin \omega t] = 1$, azaz:

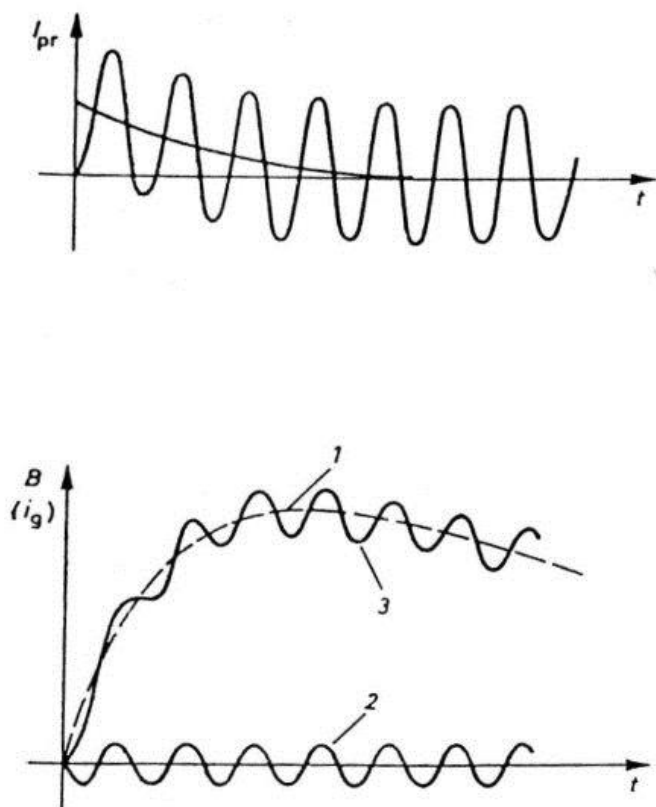
$$B = \left[\frac{L_o}{A.N_{sz}} \right] \cdot I_{pr}^{csúcs} \cdot \frac{1}{\omega.T2} \quad \dots\dots\dots 24$$

A 22. *egyenlet* maximális értékének megállapításához hasonlóképpen $[-\sin \omega t] = 1$ értéket kell alapul venni.

$$\left[\frac{L_o}{A.N_{sz}} \right] \cdot I_{pr}^{csúcs} \cdot \frac{1}{\omega.T2} \cdot \left[\frac{\omega.T1.T2}{T2 - T1} \cdot \left(e^{-\frac{t}{T2}} - e^{-\frac{t}{T1}} \right) + 1 \right] \quad \dots\dots\dots 25$$

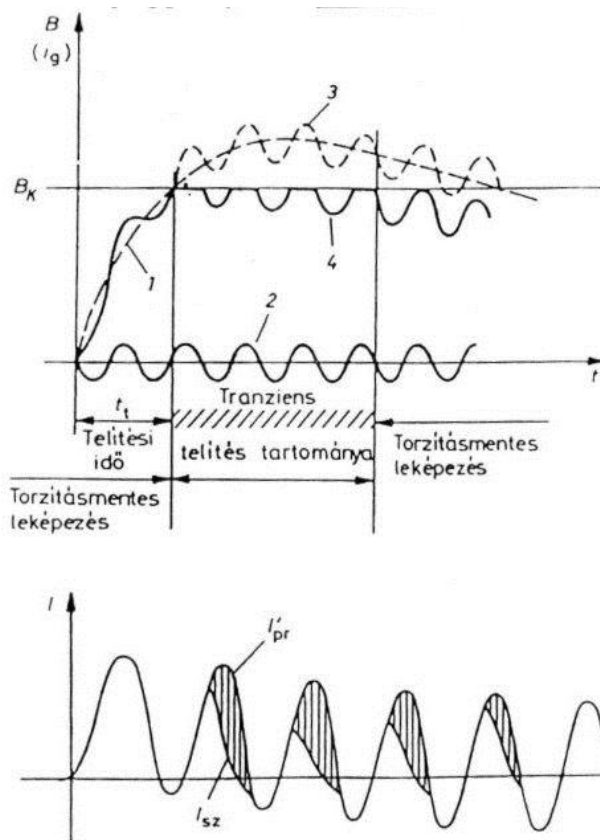
A 25. *egyenletet* a 24. *egyenlettel* elosztva kapható a telítés elkerülésére minimálisan szükséges K túlméretezési tényező:

$$K = \frac{\omega.T1.T2}{T2 - T1} \cdot \left(e^{-\frac{t}{T2}} - e^{-\frac{t}{T1}} \right) + 1 \quad \dots\dots\dots 26$$



5. ábra.

A primer áram, alatta az indukció (gerjesztőáram, tekercsfluxus) alakulása az idő függvényében telítetlen állapotban.



6. ábra.

Az indukció (gerjesztőáram, tekercsfluxus) alakulása az idő függvényében telített állapotban. Alul a torzult szekunder áram.

K telítési tényező 26. *egyenlet* szerinti értéke még időfüggvény. Teljes telítésmentességet a tényező időben maximális értéke biztosít, amely szélsőértékszámítással határozható meg. Az eredmény:

$$K = \frac{\omega \cdot T_1 \cdot T_2}{T_2 - T_1} \left[e^{-\frac{T_1}{T_2 - T_1} \cdot \ln \frac{T_2}{T_1}} - e^{-\frac{T_2}{T_2 - T_1} \cdot \ln \frac{T_2}{T_1}} \right] + 1 \dots\dots\dots 27$$

Könnyű belátni, hogy T2 minden határon túl történő növelése növeli K értékét is, így a biztonság irányába hat. Ha tehát $T_2 \rightarrow \infty$ ($L_0 \rightarrow \infty$), azaz az áramváltó gerjesztőárama elhanyagolhatóan kicsi, akkor:

$$K = \omega \cdot T_1 + 1 \dots\dots\dots 28$$

illetve, ha

$$\omega \cdot T_1 \gg 1$$

akkor

másként

$$K = T_1 = \frac{X_1}{R_1}$$

$$U_k \geq \frac{X_1}{R_1} \cdot U_{sz} = \frac{X_1}{R_1} \cdot R_t \cdot I_{pr}^{eff}$$

..... 29

A 29. *egyenlet* teljesen azonos a 15. *egyenlettel*. Így ez a két egyenlet adja az áramváltó körök méretezési utasítását tranziens üzemben, hogy az áramváltó vasmagja soha ne telítődjön, azaz hogy teljes telítésmentesség legyen. K túlméretezési tényező értékét tehát csak a primer zárlati áramkör T1 időállandója szabja meg. Sugaras hálózaton K a mértékadó zárlati helyre vett mérésponti reaktancia (X_1) és konduktancia (R_1) hányadosa, míg hurkolt hálózaton a védelem oldaláról vett mérésponti rész-impedanciából számítható azonos érték. X_1 és R_1 függ a zárlat fajtájától is, 3F zárlatnál a pozitív sorrendű értékekkel kell számítani, míg 2F, 2FN és FN zárlatnál a helyettesítő hálózatok szerint a teljes zárlati áramhurkot figyelembe kell venni.

Ha az áramváltó előéletéből remanens fluxus maradhat vissza, a 29. *egyenletben* kiszámított *K tényező értékét* növelni kell (7. fejezet).

Az így számított értéket a visszakapcsolás utáni zárlatkor a holtidő alatt az áramváltóban még fennmaradt szekunder gerjesztési állapot növelheti (8. fejezet).

5. A közelítő és a pontos módszer összehasonlítása.

A pontos módszer tárgyalása során megállapítást nyert, hogy a teljes telítésmentességre való méretezés 15., 29. és 46. *egyenlete* mindkét módszerre azonos értéket ad. A 6. *fejezetben* meghatározása kerülő telítési idő viszont különböző, mert míg a közelítő módszernél csak T1-től és K-tól függ, a pontos módszernél természetesen T2-től is (lásd ott).

Érdemes megfigyelni a maximális egyenáramú összetevőt tartalmazó zárlati tranziensre vonatkozó ábrákat, a 4. *ábra* és a 6. *ábra* fluxus-idő görbét, valamint a rájuk vonatkozó 11. *egyenletet* és a 21. *egyenletet*. Mindkét esetben időben váltakozó fluxus fut egy vezérgörbén.

A két módszer fluxus-idő görbéje összehasonlításaként megállapítható, hogy a közelítő módszer szerint a függvény vezérgörbe-egyenlete (4. ábra, 11. egyenlet):

$$\Psi_v = R t \cdot I'_{pr}^{csúcs} \cdot T1 \cdot (1 - e^{-\frac{t}{T1}}) \dots\dots\dots 30$$

azaz egy $[1 - e^{-\frac{t}{T1}}]$ jellegű görbe, nagysága $[R t \cdot I'_{pr}^{csúcs} \cdot T1]$.

A pontos módszer szerint a vezérgörbe egyenlete (6. ábra, 21. egyenlet):

$$\Psi_v = R t \cdot I'_{pr}^{csúcs} \cdot \frac{T1 \cdot T2}{T2 - T1} \cdot \left(e^{-\frac{t}{T2}} - e^{-\frac{t}{T1}} \right) \dots\dots\dots 31$$

azaz egy $[e^{-\frac{t}{T2}} - e^{-\frac{t}{T1}}]$ jellegű görbe, nagysága pedig $[(R t \cdot I'_{pr}^{csúcs} \cdot T1) \cdot \frac{T2}{T2 - T1}]$.

A szinuszgörbe amplitúdója a közelítő és pontos módszerrel természetesen azonos eredményt adott (azonos váltakozó fluxus az azonos váltakozó feszültséghez):

$$[R t \cdot I'_{pr}^{csúcs} \cdot \frac{1}{\omega}]$$

Megállapítható, hogy $T2 \rightarrow \infty$ esetén a pontos módszer minden adata azonossá válik a közelítő módszer adataival.

6. Telítési idő (time-to-saturation) meghatározása.

Telítési időnek (time-to-saturation-nek) nevezik azt az időt, amely az áramváltó tranziens telítési folyamata alatt a zárlat fellépésétől a súlyos átviteli torzítást okozó telítés bekövetkeztéig eltelik, azaz ameddig az áramváltó leképzése torzításmentes.

A telítési idő az alkalmazott K túlméretezési tényezőtől függ, így a kettő között kell függvényt meghatározni.

A remanencia itt is $\Psi_e = 0$ értékkel van figyelembe véve. A vizsgálatok során az egyenáramú összetevővel fellépő fluxusfüggvényt kell hasonlítani az úgy nevezett „stacioner állapot” maximum fluxusával, azaz a méretezés alapjával.

6.1. Telítési idő a közelítő módszer szerint.

A közelítő módszer szerint a 11. egyenlet értékét kell megvizsgálni, mikor éri el a telítési értéket. Ezt úgy lehet megvizsgálni, hogy a 13. egyenletet össze kell vetni a 11. egyenlettel ($-\sin \omega t = +1$), azaz mikor lesz a 11. egyenlet éppen egyenlő a méretezés alapjául szolgáló fluxus K-szorosával.

$$K \cdot \left(\frac{1}{\omega} \cdot R t \cdot I'_{pr}^{csúcs} \right) = R t \cdot I'_{pr}^{csúcs} [T1 \cdot (1 - e^{-\frac{t}{T1}}) + \frac{1}{\omega}] \dots\dots\dots 32$$

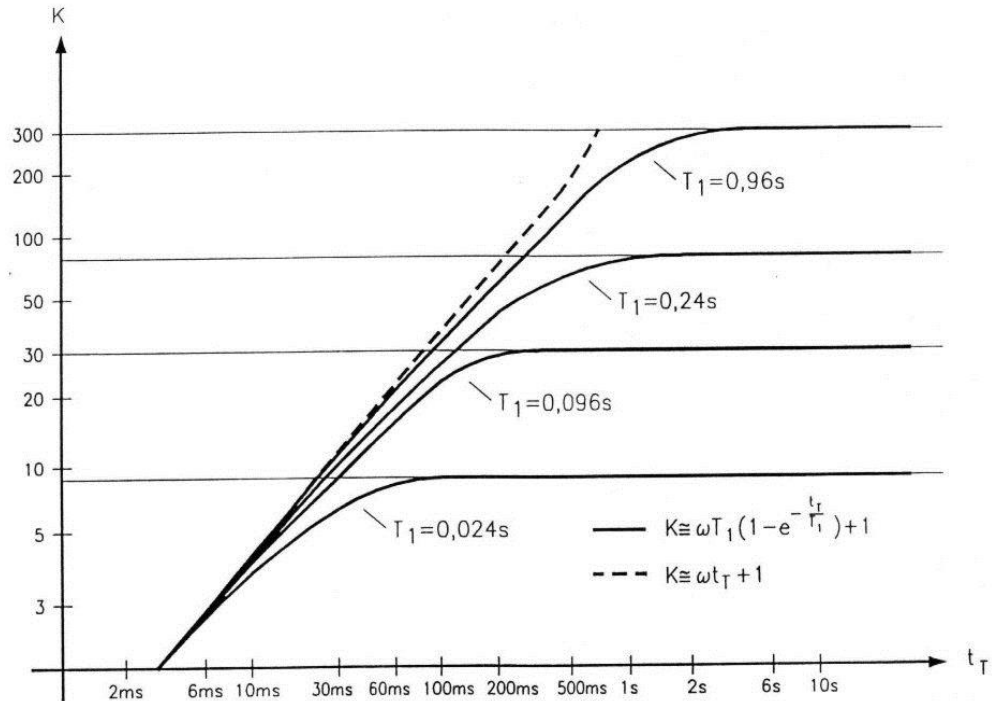
azaz

$$K = \omega \cdot T1 \cdot (1 - e^{-\frac{t_T}{T1}}) + 1 \dots\dots\dots 33$$

Mivel a 33. egyenlet a telítési időre ad összefüggést, t idő helyébe eleve a t_T telítési idő lett beírva.

Látható, hogy ha az egyenletben $T_1 \rightarrow \infty$, akkor K értéke megegyezik a teljes telítésmentességet adó értékkel.

A 33. egyenlet T_1 , K és t_T három változó között ad összefüggést, ezért a 7. ábrán egy nomogram látható. Megfigyelhető, hogy a kapott görbék igen hasonlítanak a 4. ábra alsó Ψ görbéjével, figyelembe véve, hogy egyrészt a váltakozóáramú rész helyett annak maximuma van figyelembe véve (burkológörbe), másrészt a 4. ábra egy bizonyos T_1 időállandóra vonatkozik.



7. ábra.
Nomogram T_1 , K és t_T közötti összefüggésekre.

6.2. Telítési idő a pontos módszer szerint.

A pontos módszer szerint a 25. egyenlet értékét kell megvizsgálni, mikor éri el a telítési értéket. Ezt úgy lehet megvizsgálni, hogy a 24. egyenletet össze kell vetni a 25. egyenlettel, azaz mikor lesz a 25. egyenlet éppen egyenlő a méretezés alapjául szolgáló fluxus K -szorosával.

$$K \cdot \left[\frac{L_o}{A \cdot N_{sz}} \right] \cdot I'_{pr}^{csúcs} \cdot \frac{1}{\omega \cdot T_2} = \left[\frac{L_o}{A \cdot N_{sz}} \right] \cdot I'_{pr}^{csúcs} \cdot \frac{1}{\omega \cdot T_2} \cdot \left[\frac{\omega \cdot T_1 \cdot T_2}{T_2 - T_1} \cdot \left(e^{-\frac{t}{T_2}} - e^{-\frac{t}{T_1}} \right) + 1 \right]$$

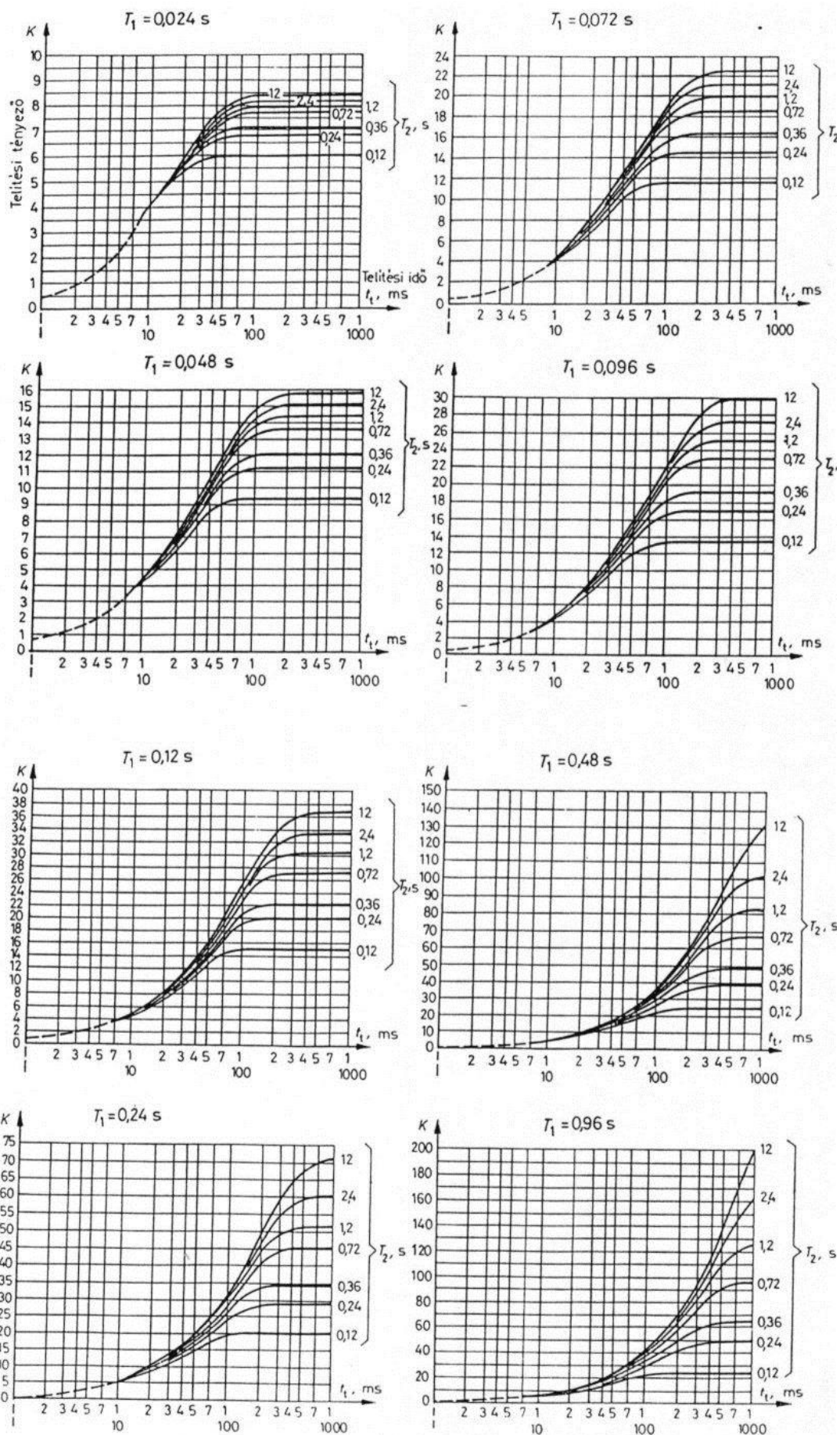
azaz

$$K = \frac{\omega \cdot T_1 \cdot T_2}{T_2 - T_1} \cdot \left(e^{-\frac{t_T}{T_2}} - e^{-\frac{t_T}{T_1}} \right) + 1 \quad \dots\dots\dots 34$$

Mivel a 34. egyenlet a telítési időre ad összefüggést, t idő helyébe eleve a t_T telítési idő lett beírva.

Ha a 34. egyenletben $T_2 \rightarrow \infty$, az eredmény megegyezik a 33. egyenlettel.

A 34. egyenletben K függvénye t időnek és T_1 , T_2 időállandóknak. A 8. ábra nomogrammok formájában adja meg a négy mennyiség közötti összefüggést, amelyek segítségével bármely irányú összefüggés könnyen megtalálható.



8. ábra.

Nomogramok T_1 , K , T_2 és t_T közötti összefüggésekre

6.3. Telítési idő időállandóktól független gyors meghatározása.

A közelítő módszernek a 33. egyenletet által meghatározott telítési értéke T_1 -től függ. Ha figyelembe vesszük, hogy az exponenciális függvény Taylor-sora:

$$e^x = 1 + \frac{x}{1!} + \frac{x^2}{2!} + \frac{x^3}{3!} + \dots \dots \dots 35$$

és ennek csak az első két tagját vesszük figyelembe, akkor a közelítő módszer t_T -t meghatározó 33. egyenlete a következőképpen alakul. A 33. egyenlet:

$$K = \omega \cdot T_1 \cdot (1 - e^{-\frac{t_T}{T_1}}) + 1$$

Mivel

$$e^{-\frac{t_T}{T_1}} = 1 - \frac{t_T}{T_1}$$

ezekkel

$$K = \omega \cdot T_1 \cdot (1 - [1 - \frac{t_T}{T_1}]) + 1$$

és így

$$K = \omega \cdot t_T + 1 \dots \dots \dots 36$$

A közelítő módszer lényege az, hogy a 7. ábra exponenciális görbéit kiegyenesíti.

A pontos módszernek a 34. egyenlete által meghatározott telítési érték T_1 -től és T_2 -től is függ. Ha figyelembe vesszük az exponenciális függvény 35. egyenlet szerinti Taylor-sorát, és annak itt is csak az első két tagját vesszük figyelembe, akkor a pontos módszer t_T -t meghatározó 34. egyenlete a következőképpen alakul. A 34. egyenlet:

$$K = \frac{\omega \cdot T_1 \cdot T_2}{T_2 - T_1} \cdot \left(e^{-\frac{t_T}{T_2}} - e^{-\frac{t_T}{T_1}} \right) + 1$$

Mivel:

$$e^{-\frac{t_T}{T_1}} = 1 - \frac{t_T}{T_1} \quad \text{és} \quad e^{-\frac{t_T}{T_2}} = 1 - \frac{t_T}{T_2},$$

ezekkel

$$K = \frac{\omega \cdot T_1 \cdot T_2}{T_2 - T_1} \cdot \left(\left[1 - \frac{t_T}{T_2} \right] - \left[1 - \frac{t_T}{T_1} \right] \right) + 1$$

azaz

$$K = \frac{\omega \cdot T_1 \cdot T_2}{T_2 - T_1} \cdot t_T \cdot \frac{T_2 - T_1}{T_1 \cdot T_2} + 1$$

és így

$$K = \omega \cdot t_T + 1 \dots \dots \dots 37$$

azaz megegyezik a 36. egyenlettel.

Ez a közelítő módszer lényegében az 5. ábra alsó görbáját, amely két különböző időállandójú exponenciális görbe különbsége, kiegyenesíti ki.

A 36. egyenlet és a 37. egyenlet által adott t_T telítési idő értéke nem függ sem T_1 -től, sem T_2 -től. Az egyenlet szerinti görbe a 7. ábrában szaggatott vonallal látható. Az ábrán követhető a jó közelítés és a biztonság felé tévedés. Az is jól látható, hogy a görbe addig érvényes, amíg K értéke el nem éri a T_1 -nek megfelelő $\omega \cdot T_1$ aszimptota-értéket. t_T gyors meghatározása tehát az alábbi módon lehetséges:

$$\boxed{\begin{array}{ll} t_T = \frac{K-1}{\omega}, & \text{ha } K \leq \omega \cdot T_1, \\ t_T \rightarrow \infty, & \text{ha } K \geq \omega \cdot T_1 \end{array}} \dots\dots\dots 38$$

A pontos módszer t_T értékeit a 8. ábra adja. Ebben T_1 nagy értékeinél (ha T_2 is nagy) a nomogramok kb. a 38. egyenletnek megfelelő értékét adják, míg T_1 kis értékeinél a 34. közelítő egyenletnél nagyobb érték adódik, tehát itt is a biztonság felé tévedünk.

Ha az áramváltó előéletében remanens fluxus maradt vissza, a 38. egyenletben a t_T kiszámításánál csökkentett K tényezőt kell figyelembe venni (7. fejezet).

Az így számított értéket a visszakapcsolás utáni zárlatkor a holtidő alatt az áramváltóban még fennmaradt szekunder gerjesztési állapot csökkentheti (8. fejezet).

Megállapítható tehát, hogy t_T gyors becslésénél célszerű a 38. egyenlet által adott gyors t_T telítési idő meghatározás, míg tervezésnél a 34. egyenlet pontos formuláját, azaz a 8. ábra nomogramjait kell használni.

7. Remanens fluxus hatása.

A 15. és a 29. egyenlet alapján kiszámított, vagy a 7. és 8. ábrák alapján kimenetként meghatározható, vagy bemenetként felhasznált K túlméretezési tényezőt meg kell növelni, ha az áramváltó előéletében remanens fluxus maradt vissza. Hasonló okok miatt a 38. egyenletben a t_T kiszámításánál csökkentett K tényezőt kell figyelembe venni.

Remanens fluxus keletkezhet az áramváltó vasmagjában zárlati áramok megszakításakor, áramváltók egyenáramú mérésekor az egyenáram megszakításakor (tekercsellenállás mérése, egyenáramú polaritásvizsgálat), üzemi árammal terhelt áramváltó szekunder körének megszakításakor, vagy geomágneses okok miatt. *Ha a remanencia iránya egybeesik a tranziens fluxus irányával*, a tranziens telítés hamarabb létrejöhet. Ezt túlméretezés-növeléssel lehet megakadályozni. A 7. és 8. ábrákból adódó K túlméretezési tényező helyett valóságban nagyobb K' értéket kell alkalmazni:

$$K' = K \cdot \frac{1}{1 - \frac{K_R}{100}} \dots\dots\dots 39$$

ahol K a remanencia nélkül szükséges túlméretezési tényező, K_R a lehetséges legnagyobb B_R remanenciának a B_K telítési küszöbértékre vonatkoztatott százalékos értéke (gyári adat):

$$K_R = \frac{B_R}{B_K} \cdot 100 \% \dots\dots\dots 40$$

Az a K érték, amelyet a 7. és 8. ábrákban kell felhasználni, a ténylegesen alkalmazandó K' -nél kisebb:

$$K = K' \cdot \left(1 - \frac{K_R}{100}\right) \dots\dots\dots 41$$

8. Visszakapcsolás utáni zárlat hatása.

Az előzőekben számított K túlméretezési tényező és a t_T telítési idő értékét visszakapcsolás utáni zárlatkor a holtidő alatt az áramváltóban még fennmaradt szekunder gerjesztési állapot növelheti.

A problémával az IEC 60044-6: 1999 (magyar szabványként MSZ EN 60044-6 1999.) szabvány részletesen foglalkozik.

A szabvány szerint:

- T_p primer zárlati hurok időállandója,
- T_s áramváltó szekunder hurok időállandója,
- t' az első zárlati áramhullám időtartama,
- t'_{a1} pontosság megengedett megmaradási ideje (*telítési idő*) az első kioldás után,
- t_{fr} a visszakapcsolás holtideje,
- t'' a második zárlati áramhullám időtartama,
- t''_{a1} pontosság megengedett megmaradási ideje (*telítési idő*) a második kioldás után.

t'_{a1} és t''_{a1} értékét a védelem + megszakító szabja meg.

Az idézett szabvány szerint a *transziens méretezési tényező* (túlméretezési tényező) értéke a következő:

$$K_{tfmax} = \omega T_p \cdot \frac{T_p}{T_s} e^{\frac{T_p}{T_p - T_s}} + 1$$

K és $t'_T = t'_{a1}$ első kioldás utáni telítési idő közötti összefüggést C-O (bekapcsolás-kioldás) működési ciklusra:

$$K_{td} = \left[\frac{\omega T_p \cdot T_s}{T_p - T_s} \right] \left(e^{\frac{t'_{a1}}{T_p}} - e^{\frac{t'_{a1}}{T_s}} \right) + 1$$

K és $t'_T = t'_{a1}$ első kioldás utáni telítési idő és $t''_T = t''_{a1}$ második kioldás utáni telítési idő közötti összefüggést C-O-C-O (bekapcsolás-kioldás-visszakapcsolás-kioldás) működési ciklusra pedig:

$$K_{td} = \{ [\omega T_p T_s (T_p - T_s)] (e^{\frac{t'}{T_p}} - e^{\frac{t'_{a1}}{T_s}}) - \sin \omega t' \} + [\omega T_p T_s (T_p - T_s)] (e^{\frac{t''_{a1}}{T_p}} - e^{\frac{t''_{a1}}{T_s}}) + 1$$
$$K = \left\{ \left[\frac{\omega T_p \cdot T_s}{T_p - T_s} \right] \left(e^{\frac{t'}{T_p}} - e^{\frac{t'_{a1}}{T_s}} \right) - \sin \omega t' \right\} \cdot e^{\frac{t_{fr} + t'_{a1}}{T_s}} + \left\{ \left[\frac{\omega T_p \cdot T_s}{T_p - T_s} \right] \left(e^{\frac{t''_{a1}}{T_p}} - e^{\frac{t''_{a1}}{T_s}} \right) + 1 \right\}$$

9. Szekunder áram értéke telítetlen állapotban.

A védelmek az áramváltótól az isz szekunder áramot kapják, így érzékelésük ezen alapszik. A továbbiakban az áramváltó telítetlen állapotát feltételezzük.

A közelítő módszer szerint isz értéke megegyezik az $i'_{pr} = \frac{i_{pr}}{N_{sz}}$ primer árammal, mivel a gerjesztési induktivitás, és így a reaktancia is $X_o = \omega L_o \rightarrow \infty$. Írható tehát:

$$\begin{aligned} isz &\cong i'_{pr} = I'_{pr}^{csúcs} \sin \omega t, \\ \text{vagy egyenáramú összetevővel:} \quad isz &\cong i'_{pr} = \frac{i_{pr}}{N_{sz}} = I'_{pr}^{csúcs} \left(e^{-\frac{t}{T_1}} - \cos \omega t \right) \end{aligned} \quad \left| \begin{array}{l} \dots\dots\dots 42 \end{array} \right.$$

A pontos módszer szerint a szekunder áram a primer áramból számítható ki a gerjesztőáram levonásával (1. és 2. ábra):

$$isz = i'_{pr} - i'_g \quad \dots\dots\dots 43$$

A primer áram megegyezik a 42. egyenletben írt értékekkel.

Egyenáramú összetevő felléptekor a gerjesztőáramot a 22. és a 23. egyenletekkel lehet meghatározni:

$$i'_g = I'_{pr}^{csúcs} \cdot \frac{1}{\omega \cdot T_2} \cdot \left[\frac{\omega \cdot T_1 \cdot T_2}{T_2 - T_1} \left(e^{-\frac{t}{T_2}} - e^{-\frac{t}{T_1}} \right) - \sin \omega t \right] \quad \dots\dots\dots 44$$

és így a szekunder áram:

$$isz = i'_{pr} - i'_g = I'_{pr}^{csúcs} \left\{ \left(1 + \frac{T_1}{T_2 - T_1} \right) e^{-\frac{t}{T_1}} - \frac{T_1}{T_2 - T_1} e^{-\frac{t}{T_2}} + \frac{1}{\omega T_2} \sin \omega t - \cos \omega t \right\} \quad \dots\dots\dots 45$$

Látható, hogy pontos számítással a szekunder áram egyenáramú összetevője mindkét időállandótól függ, de egyik időállandó sem dominál.

10. Védelmek méretezése tranziens viszonyokra.

Mindenek előtt meg kell jegyezni, hogy a tranziens méretezést segíti, azaz kisebb K túlméretezési tényezőt eredményez, ha tervezésnél az alábbi módszereket alkalmazzák:

- áramváltó szekunder árama legyen kis érték, általánosan javasolt 1 A (azonos primer áramerősség valamint szekunder kábelér-hossz és -keresztmetszet mellett kisebb a szekunder kábel-feszültségesés),
- védelmet bekötő szekunder kábelér keresztmetszete legyen nagy (azonos primer áramerősség és szekunder kábelér-hossz mellett kisebb a szekunder kábel-feszültségesés; javasolt kábelér keresztmetszet 10 mm²),
- védelem ellenállása legyen kicsi (elektronikus és mikroprocesszoros védelmeknél ez eleve adott)
- áramváltó áttétel legyen nagy (azonos primer áramerősség mellett kisebb a szekunder áram, így kisebb a szekunder feszültségesés).

Figyelembe kell venni azt is, hogy a *szekunder terhelés* megfelelően legyen számítva. A terhelést a 2. fejezet szerint kell kiszámítani.

A védelmek tranziens méretezése az alábbi két módszerrel lehetséges:

- 1.) teljes telítésmentesség minden zárlatra, azaz a védelmeket tápláló áramváltókon átfolyó bármely zárlati áram ne okozzon telítést,
- 2.) teljes telítésmentesség az első fokozathatárnál távolabbi zárlatokra, t_T telítési időn belüli működés a védelem pillanatműködésű kioldásaira.

10.1. Teljes telítésmentesség minden zárlatra.

A méretezési módszer lényege az, hogy soha ne fordulhasson elő olyan eset, amikor a védelem telítés miatt torzított szekunder áramot kap.

Meg kell állapítani a védelmen átfolyó legnagyobb zárlati áramot (I_z), és a zárlat helyére kiszámított mérésponti impedanciát (ebből $\omega T1 = \frac{X_1}{R_1}$). A kettő szorzata ($\omega T1 \cdot I_z$)

kell, hogy a *legnagyobb* legyen. Ha kétség merül fel, hogy melyik teljesíti mindkét szélső feltételt, akkor több áramra is el kell végezni a méretezést, és megállapítani, hogy melyikre adódik szigorúbb feltétel. Általában a védelem mellett (előtte vagy háta mögött) fellépő zárlat adja a legszigorúbb feltételt.

A mérésponti reaktancia (X_1) és konduktancia (R_1) sugaras hálózaton a zárlati helyre vett eredő értékek, míg hurkolt hálózaton a *védelem oldaláról* vett mérésponti rész-impedanciák. X_1 és R_1 függ a zárlat fajtájától is, 3F zárlatnál a pozitív sorrendű értékekkel kell számítani, míg 2F, 2FN és FN zárlatnál a helyettesítő hálózatok szerint a teljes zárlati áramhurkot figyelembe kell venni.

Az adatok ismeretében a méretezési egyenlet (15. és 29. egyenlet):

$$U_k \geq \frac{X_1}{R_1} \cdot U_{sz} = \frac{X_1}{R_1} \cdot R_t \cdot I_{pr}^{eff} \dots\dots\dots 46^*$$

Ilyen méretezés megoldja a védelmi tervező minden problémáját, tehát lehetőség szerint erre kell törekedni. A teljes telítésmentesség azonban túlzott költsége miatt gazdaságtalan lehet. Ekkor a 6.2. fejezetben leírt enyhébb feltételeket kell alkalmazni.

*Megjegyzések:

1.) ha az áramváltó előéletében remanens fluxus maradt vissza, a méretezési egyenlet szigorodik, mert a 46. egyenletben az egyenlet jobboldalát a 7. fejezet szerinti $\frac{1}{1 - \frac{K_R}{100}}$ növelő tényezővel be kell szorozni.

2.) a viszonyokat tovább szigorítja a visszakapcsolás utáni zárlatkor a holtidő alatt az áramváltóban még fennmaradt szekunder gerjesztési állapot (8. fejezet).

10.2. Teljes telítésmentesség az első fokozathatárnál távolabbi zárlatokra, t_T telítési időn belüli működés a védelem pillanatműködésű kioldásaira.

Ez a módszer is minden működésre telítésmentességet biztosít. Lényege az, hogy az első fokozathatár szétválasztja az alkalmazott megoldást. Az első fokozathatárnál távolabbi zárlatokra teljes telítésmentességet biztosít, azon belül pedig a t_T telítési idő alatti telítésmentességet használja ki, azaz a 8. ábra szerint a túlméretezést úgy választja meg, hogy a t_T telítési idő legyen nagyobb, mint a védelem pillanatműködési önideje.

A védelmeket annak alapján lehet két részre bontani, hogy melyik követelmény teljesíthető nehezebben. Tranziens telítés szempontjából a pontos fokozathatár-tartás kritikus a beállítása miatt szelektív védelmeknél (pl. távolsági védelem és túláramvédelem), a külső zárlatra való hibás megszólalás elkerülése kritikus az elvileg szelektív védelmeknél (pl. differenciálvédelem és szakaszvédelem).

a.) beállítása miatt szelektív védelmeknél a követelmény az, hogy fokozathatár közelében (és így azon túl is) fellépő zárlatnál ne legyen tranziens telítés. Meg kell tehát határozni a legközelebbi, tehát a legnagyobb zárlatot adó fokozathatárt, és az ott föllépő zárlatok közül a védelem felől folyó legnagyobb zárlati áramot. Ez távolsági védelemnél mindig az első fokozat végén fellépő zárlati áram legnagyobb értéke, túláramvédelemnél a gyorsfokozat beállított megszólalási áramértéke. Erre az értékre kell teljes telítésmentességet kell biztosítani, azaz teljesíteni a 46. egyenletet.

A méretezésnél ügyelni kell arra, hogy hurkolt hálózaton a zárlati áramnak csak a védelemnél (védelem felől) folyó értéke legyen figyelembevétel, és hogy $\omega T_1 = \frac{X_1}{R_1}$ értéke

rész-impedanciákkal csak a védelem felől legyen számítva (mögöttes impedancia + első fokozathatár beállítási impedanciája, illetve a gyorsfokozat megszólalási áramértékének megfelelő impedancia).

A megadott feltételek enyhítik a méretezés nehézségeit, mert kisebb árammal, és általában kisebb T_1 értékkel kell számolni. Ez utóbbi azért, mert alállomási zárlatnál a generátorok és transzformátorok nagy T_1 értékét csökkenti a beiktató távvezetékek vagy kábelek kisebb T_1 értéke (viszonylag nagyobb konduktív ellenállás).

A másik méretezési feltétel az, hogy az első fokozathatáron belül fellépő zárlatoknál a t_T telítési idő legyen nagyobb, mint a védelem pillanatműködési önideje. Tehát a 8. ábra vagy a 38. egyenlet szerinti K túlméretezési tényezőt tervezéskor úgy kell választani, hogy $t_T > t_{\text{véd önidej}}$ biztosítva legyen.

A t_T telítési idő pontos értékeit a 8. ábra, közelítőleg pedig a 38. egyenlet adja. A 8. ábrák alapján kimenetként meghatározható, vagy bemenetként felhasznált K túlméretezési tényezőt meg kell növelni, ha az áramváltó előéletében remanens fluxus maradt vissza (7. fejezet). Hasonló okok miatt a 38. egyenletben a t_T kiszámításánál csökkentett K tényezőt kell figyelembe venni. Az így számított értéket a visszakapcsolás utáni zárlatkor a holtidő alatt az áramváltóban még fennmaradt szekunder gerjesztési állapot tovább csökkentheti (8. fejezet).

b.) elvíleg szelektív védelmeknél (differenciál elvű védelmek, pl. differenciálvédelem, szakaszvédelem) a követelmény az, hogy külső zárlatra ne legyen hibás megszólalás. Méretezéshez mértékadó áramot a differenciálvédelmeket lezáró áramváltócsoporthoz mellett, de *kívül fellépő zárlati áram* ad (ez az "első fokozathatár" zárlata).

Lezáró áramváltócsoporthoz több lévén több áram is számítható. Ezek közül az a mértékadó, amelyik a legnagyobb, és amely felől a legnagyobb T1 értéke. Erre az értékre kell teljes telítésmentességet biztosítani, azaz teljesíteni a 46. egyenletet.

A méretezésnél ügyelni kell arra, hogy a *zárlati áramnak csak a védelemnél folyó értéke* legyen figyelembevéve, és hogy $\omega T_1 = \frac{X_1}{R_1}$ értéke rész-impedanciákkal csak a *védelem felől legyen számítva* (mögöttes impedancia + védett elem impedanciája).

A megadott feltételek enyhítik a méretezés nehézségeit, mivel kisebb árammal kell számolni, és mert a zárlati áramot mindig csökkenti a védett elem impedanciája. T1 értéke viszont kisebb is és nagyobb is lehet, mert mögöttes impedancia, illetve a védett elem maga lehet transzformátor is (nagy T1), és lehet távvezeték vagy kábel is (kis T1).

A másik méretezési feltétel itt is az, hogy a lezáró áramváltókon belül fellépő zárlatoknál a t_T telítési idő legyen nagyobb, mint a védelem pillanatműködési önideje. Tehát a 8. ábra vagy a 38. egyenlet szerinti K túlméretezési tényezőt tervezéskor úgy kell választani, hogy $t_T > t_{\text{véd önidej}}$ biztosítva legyen. Meg kell azonban jegyezni, hogy a legtöbb differenciálvédelem belső zárlatra egyik áramváltó telítése ellenére is megszólal.

Erre az esetre is vonatkozik az előző pont végén tett megjegyzés, amely szerint a t_T telítési idő pontos értékeit a 8. ábra, közelítőleg pedig a 38. egyenlet adja, de a 8. ábrák alapján kimenetként meghatározható, vagy bemenetként felhasznált K túlméretezési tényezőt meg kell növelni, ha az áramváltó előéletében remanens fluxus maradt vissza (7. fejezet), és hasonló okok miatt a 38. egyenletben a t_T kiszámításánál csökkentett K tényezőt kell figyelembe venni. Az így számított értéket a visszakapcsolás utáni zárlatkor a holtidő alatt az áramváltóban még fennmaradt szekunder gerjesztési állapot tovább csökkentheti (8. fejezet).

11. Az Uk könyökfeszültség meghatározása.

A méretezés egyik alapját képező Uk könyökfeszültséget az áramváltót gyártó cég által megadott gyári adatokból kiszámítható, vagy a gyártó közvetlenül megadja.

Ha a gyártó az áramváltó szekunder névleges áramára vonatkozó teljesítményt ad meg, abból a könyökfeszültség a következőképpen számítható ki:

<u>Megadott értékek:</u>	névleges szekunder áram: I_{sz} [A]
	névleges terhelés: S [VA]
	pontossági határtényező: nt
<u>Ezekből</u>	a névleges szekunder terhelés: $Z_n = \frac{S}{I_{sz}^2}$
	a könyökfeszültség: $U_k = nt \cdot I_{sz} \cdot Z_n$

Biztonság céljából ajánlatos a könyökfeszültséget meg is mérni (pl. mérőmag-relémag csere elkerülésére). Ennek az a módja, hogy az áramváltó primer oldalát nyitva kell tartani, a szekunder oldalra gerjesztőberendezéssel feszültséget kell ráadni, mérni kell a ráadott U_{sz} szekunder feszültséget, és a felvett i_g gerjesztőáramot. A kapott értékeket mindkét tengelyen logaritmikus skálás diagramra kell felvinni ($U_{sz} = f[i_g]$). A megrajzolt görbének két közelítőleg egyenes szakasza lesz: a lineáris szakasz, és a telített szakasz. E két egyenes meghosszabításával kapott metszéspont kivetítve a feszültségtengelyre a keresett könyökfeszültséget adja meg.

12. Időállandók és egyéb tényezők tájékoztató adatai.

T_1	$X_1/R_1 = \omega T_1$	ϑ	$\cos \vartheta$
0,0024	0,754	37°	0,798
0,0048	1,51	$56,4^\circ$	0,55
0,024	7,54	$82,4^\circ$	0,13
0,048	15,1	$86,2^\circ$	0,066
0,072	22,6	$87,5^\circ$	0,044
0,096	30,2	$88,1^\circ$	0,033
0,12	37,7	$88,48^\circ$	0,027
0,24	75,4	$89,24^\circ$	0,013
0,48	150,8	$89,62^\circ$	0,0066
0,96	301,6	$89,81^\circ$	0,0033
1,2	377	$89,85^\circ$	0,0026
2,4	754	$89,92^\circ$	0,0013

Néhány adat:

$$\frac{1}{\omega} = \frac{1}{2\pi f} = \frac{1}{2\pi \cdot 50} = 0,00318$$

Impedancia adatok.

Transzformátor (példa):

$0,072 + j 40 \, \Omega$, $T_1 = 1,76 \, s$

20 kV-os távvezeték (példa):

$0,378 + j 0,396 \, \Omega/km$, $T_1 = 0,00335 \, s$

120 kV-os távvezeték (példa):

$0,168 + j 0,406 \, \Omega/km$, $T_1 = 0,00769 \, s$

400 kV-os távvezeték (példa):

$0,029 + j 0,33 \, \Omega/km$, $T_1 = 0,0362 \, s$

Tartalomjegyzék.

1. Bevezetés.	1
2. A szekunder terhelés α tényezőjének megállapítása.	1
3. Közelítő módszer.	2
4. Pontos módszer.	8
5. A közelítő és a pontos módszer összehasonlítása.	11
6. Telítési idő (time-to-saturation) meghatározása.	12
6.1. Telítési idő a közelítő módszer szerint.	12
6.2. Telítési idő a pontos módszer szerint.	13
6.3. Telítési idő időállandóktól független gyors meghatározása.	15
7. Remanens fluxus hatása.	16
8. Visszakapcsolás utáni zárlat hatása.	17
9. Szekunder áram értéke telítetlen állapotban.	18
10. Védelmek méretezése tranziens viszonyokra.	18
10.1. Teljes telítésmentesség minden zárlatra.	19
10.2. Teljes telítésmentesség az első fokozathatárnál távolabbi zárlatokra, t_T telítési időn belüli működés a védelem pillanatműködésű kioldásaira. ...	20
11. Az U_k könyökfeszültség meghatározása.	21
12. Időállandók és egyéb tényezők tájékoztató adatai.	22