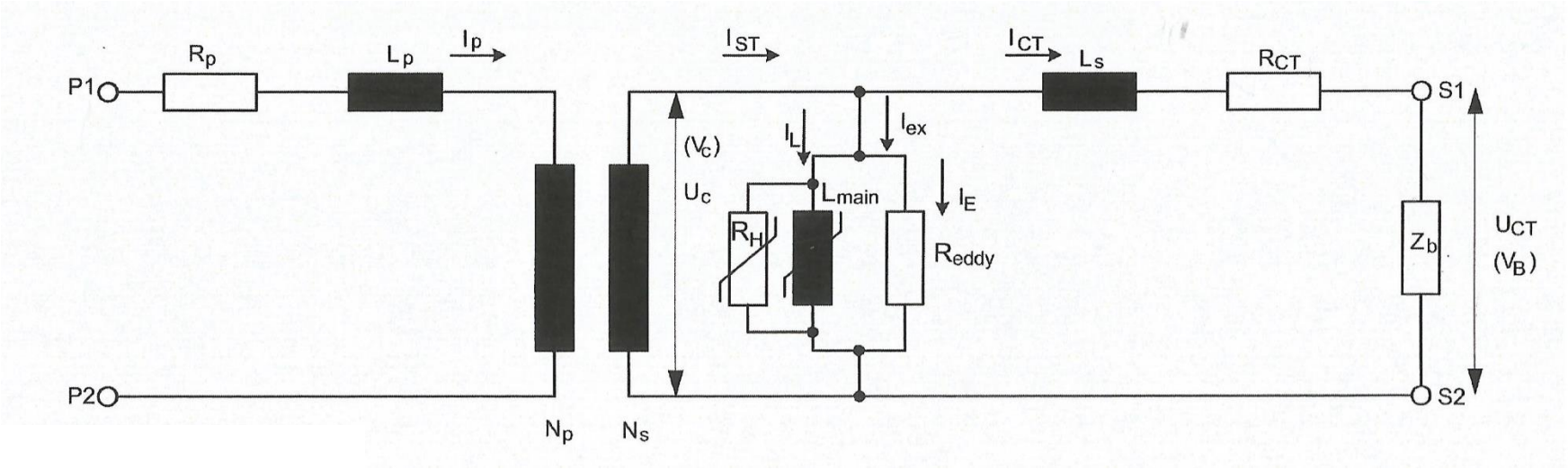
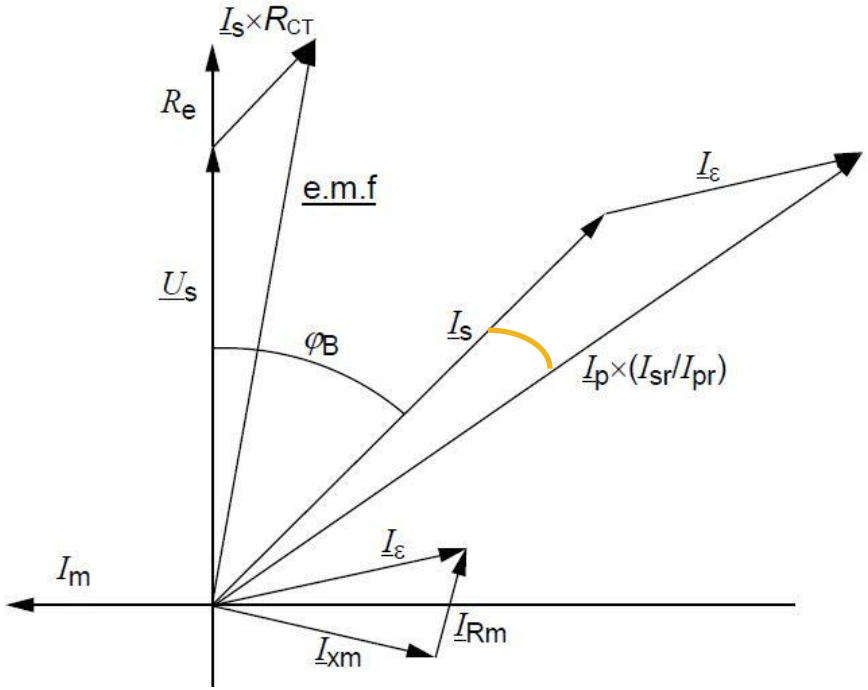
6. Védelmi és Irányítástechnikai Fórum, Siófok | 2019. június 6.

Áramváltó méretezés kihívásai

Török Ákos
szakszolgálati junior villamosmérnök
AMTO szakszolgálati szakág

Mitől van hiba?





Hiba forrása:

- Gerjesztő áram → szöghiba, áttétel hiba
- Feszültségesés a szekunder tekercsen és a vezetéken

Mérő mag

Pontossági osztály	Áttétel hiba +/- %					Szög hiba				
	névleges áram (%-nál)					+/- perc névleges áram (%-nál)				
	1	5	20	100	120	1	5	20	100	120
0,1	-	0,4	0,2	0,1	0,1	-	15	8	5	5
0,2	-	0,75	0,35	0,2	0,2	-	30	15	10	10
0,2S	0,75	0,35	0,2	0,2	0,2	30	15	10	10	10
0,5S	1,5	0,75	0,5	0,5	0,5	90	45	30	30	30

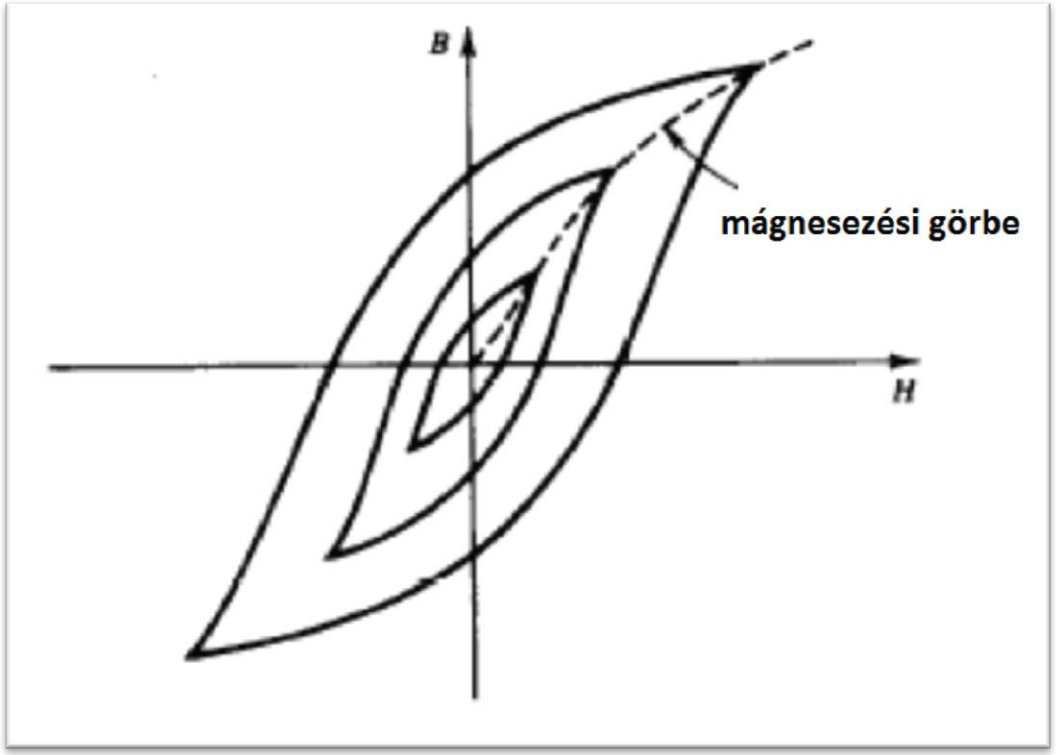
Főbb jellemzők:

- Áttétel (N1/N2)
- Pontossági osztály
- Biztonsági határtényező (FS): 5,10
- Teljesítmény

Követelmény:

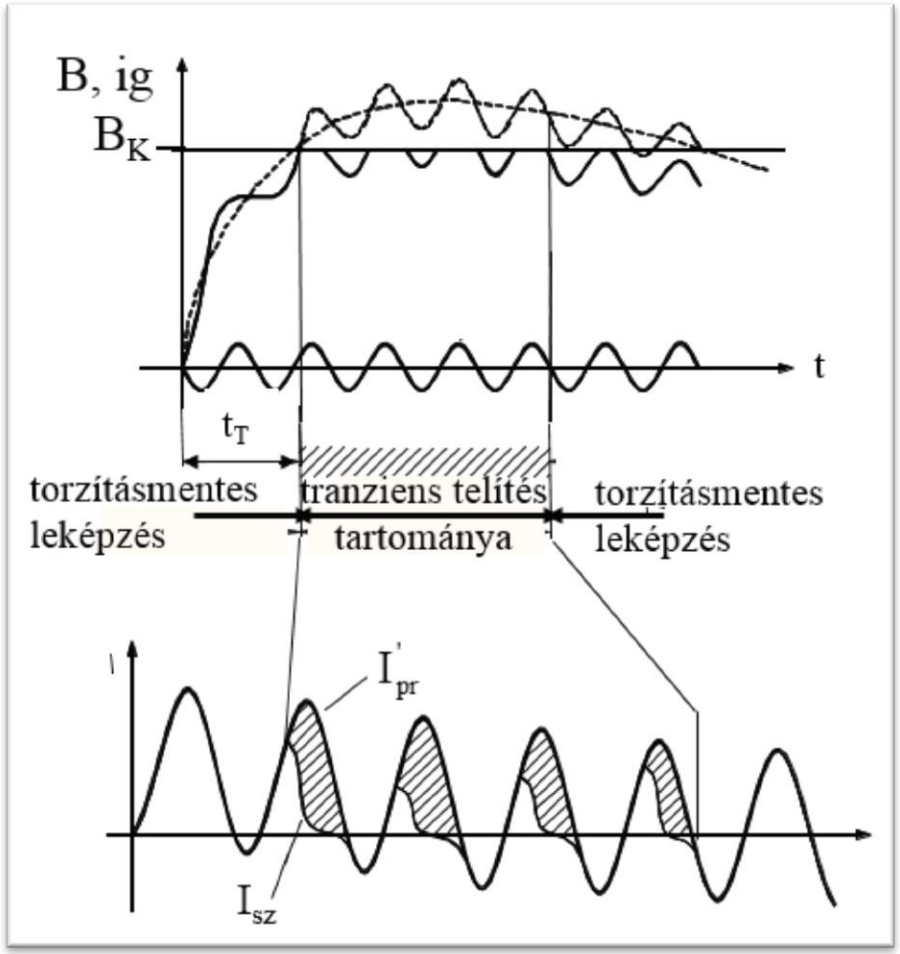
- Általában I_{sz}=1A
- FS tényező legyen kicsi
- Áttétel a berendezés névleges árama környékén
- Szekunder terhelés: 25%<Sn<100%

Hiszterézis és mágnesezési görbe



Könyökpont:
Gerjesztő fesz. 10%-os változása
50%-os gerjesztőáram változás

Telítést befolyásoló tényezők



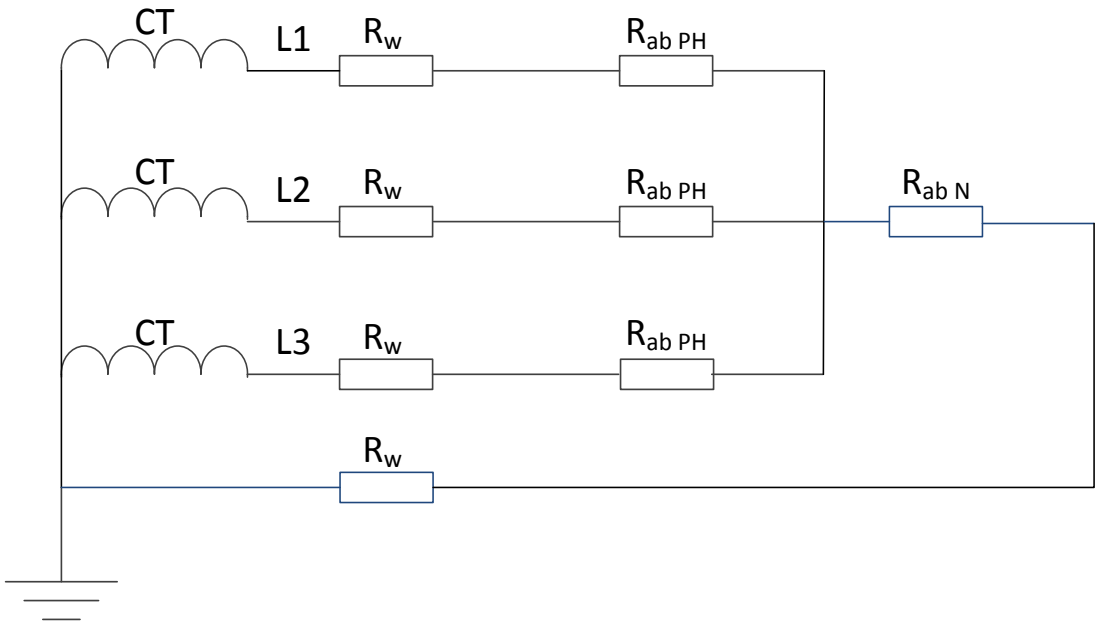
Telítés:

- Primer áramkör időállandója
- Zárlati áram nagysága

Gerjesztő induktivitásra jutó feszültség, függ:

- Áramváltó kapcsolás (csillag,delta stb.)
- Zárlat fajtája

Áramváltó terhelés korrekciója



	α_1 [R_w]			α_2 [$R_{ab\ PH}$]			α_0 [$R_{ab\ N}$]		
	3PH	2PH	PHN	3PH	2PH	PHN	3PH	2PH	PHN
α	1	1	2 (4)	1	1	1 (1)	0	0	1 (3)

$$R_{ct} + \frac{\alpha_1 * l * \rho}{q} + \frac{\alpha_2 * S_{ab\ PH} + \alpha_0 * S_{ab\ N}}{I_{sr}^2}$$

R_{ct}: secondary winding resistance of CT (Ohm)

R_W: resistance of the secondary cable (Ohm)

$R_{ab\ PH}$: additional burden (protection relays) in phase loop (Ohm)

$R_{ab\ N}$: additional burden (protection relays) in neutral loop (Ohm)

Méretezés alapösszefüggései

$$E_{tényleges} = K_{tot} * \frac{I_f}{I_{pr}} * I_{sr} * \left(R_{ct} + \frac{\alpha_1 * l * \rho}{q} + \frac{\alpha_2 * S_{ab\,PH} + \alpha_0 * S_{ab\,N}}{I_{sr}^2} \right)$$

$$E_{névleges} \geq E_{tényleges}$$

A névleges könyökponti feszültségnek nagyobbnak kell lennie, mint a kalkulált. (Megkövetelt)

$$K_{td} * K_{rem}$$

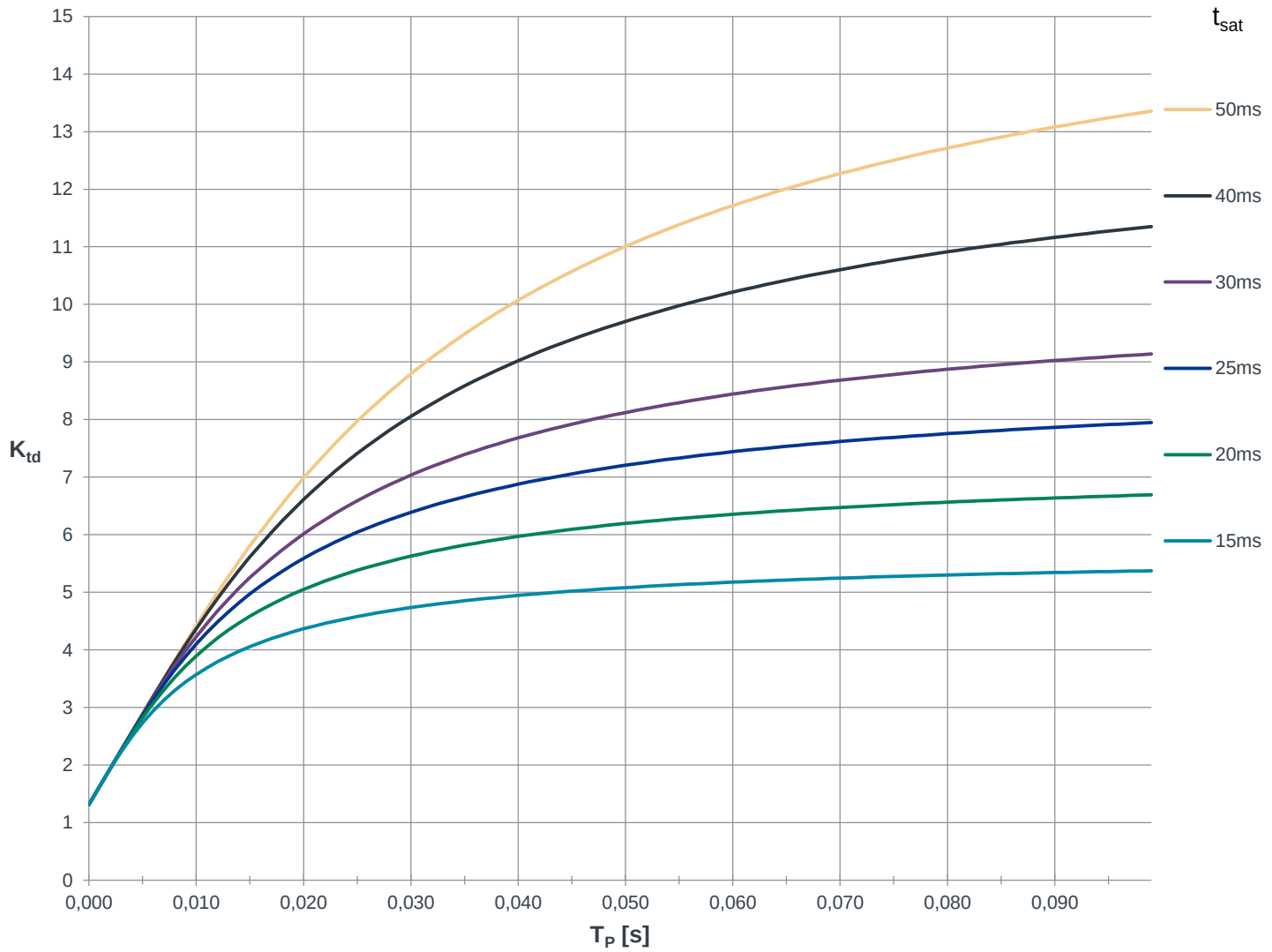
$$K_{td} = \omega T_p * \left(1 - e^{-\frac{t_{sat}}{T_p}}\right) + 1$$

$$K_R = \frac{B_R}{B_S} * 100\%$$

$$K_{tot} = K_{td} * \frac{1}{1 - \frac{K_R}{100}}$$

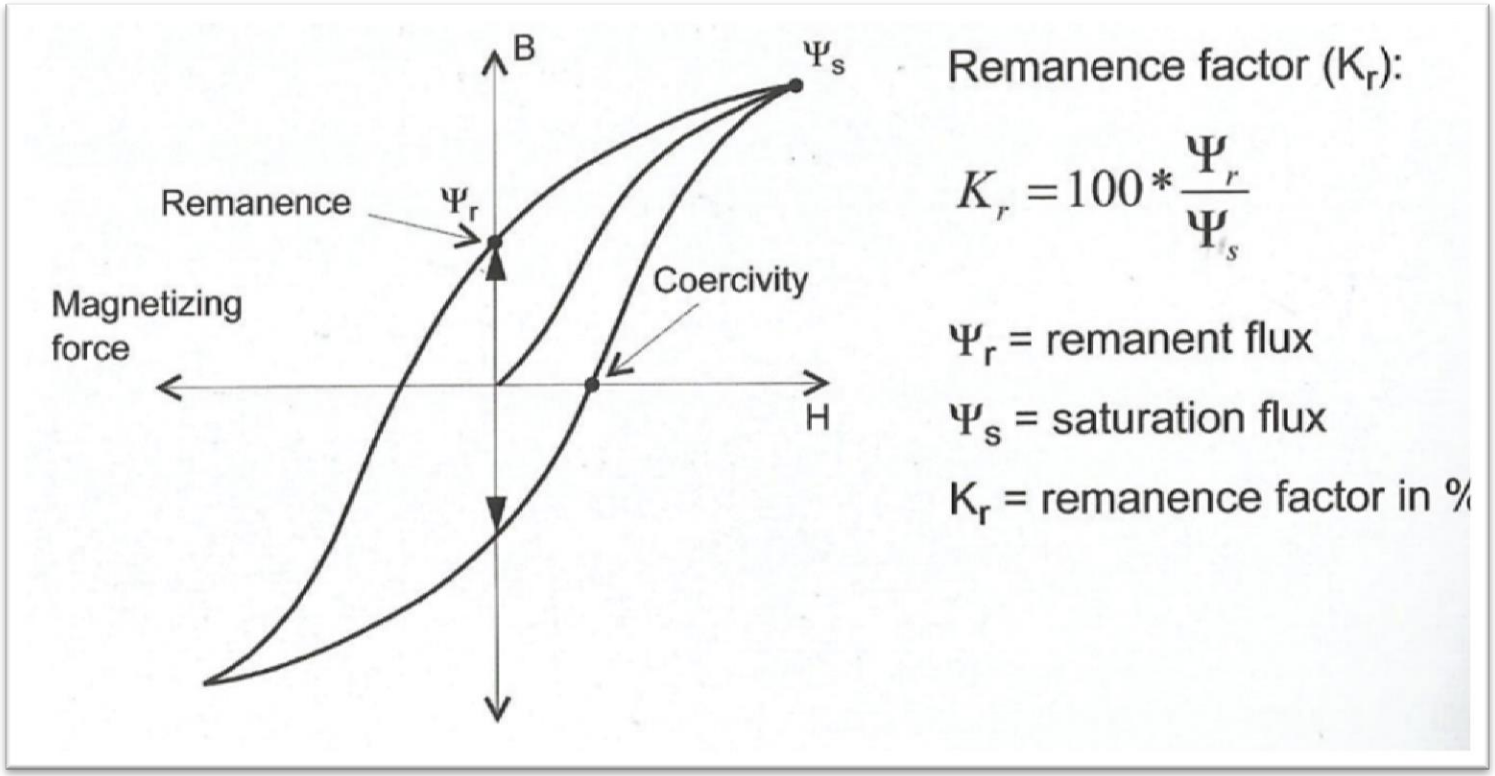
K_{td} tényező függése

$$K_{td} = \omega T_p * \left(1 - e^{-\frac{t_{sat}}{T_p}}\right) + 1$$



K_r tényező függése

$$K_R = \frac{B_R}{B_S} * 100\%$$



Védelmi célú áramváltó osztályok

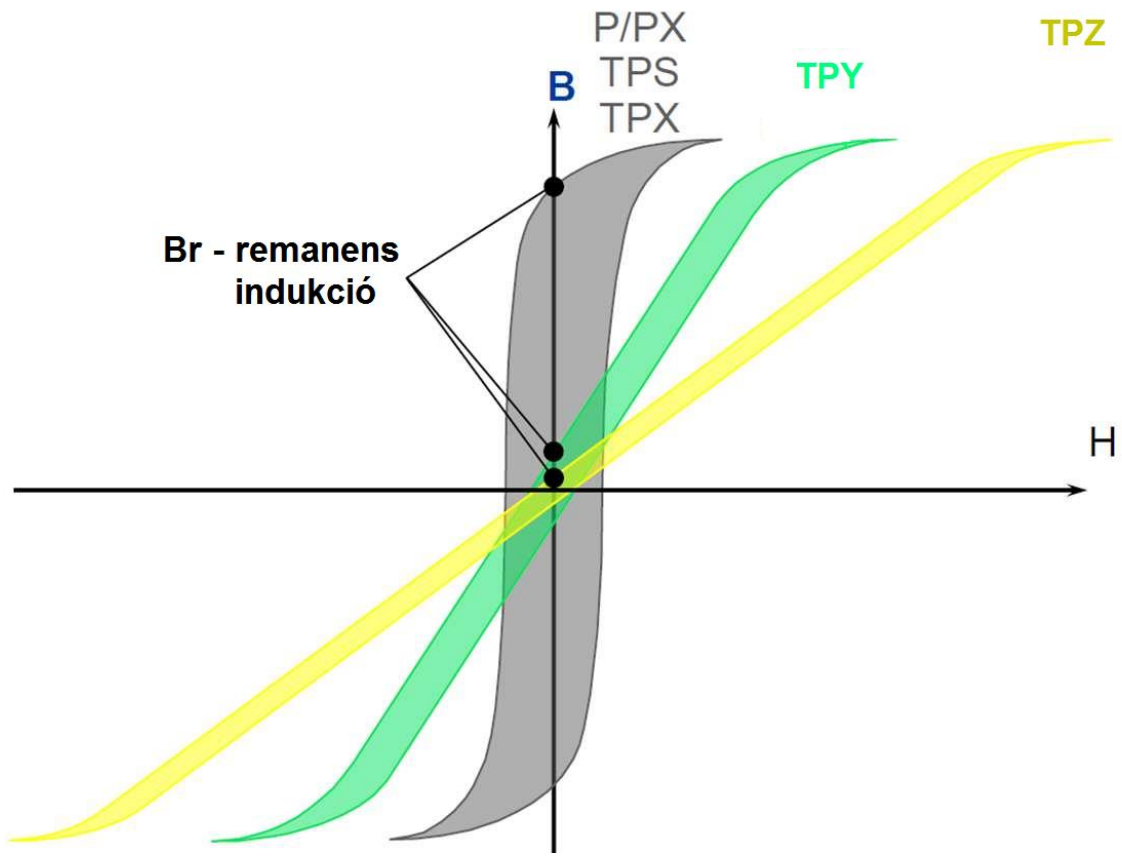
- P,PR
- PX,PXR
- TPX

Légrés nélküli

- TPY
- TPZ

Légréses

MSZ EN 61869-2-2013



P - típusok

$$E_{ALF} = ALF * I_{sr} * (R_{ct} + \frac{S_r}{I_{sr}^2})$$

Pontossági osztály	Áttétel hiba névleges primer áramnál	Szög hiba névleges primer áramnál		Összetett hiba névleges határ áramnál
	+/- %	+/- perc	+/- centiradian	%
5P és 5PR	1	60	1,8	5
10P és 10 PR	3	-	-	10

- E_{ALF}: névleges könyökponti fesz. (V)
- *ALF:* accuracy limit factor, pontossági határ tényező
- I_{sr}: névleges szekunder áram (A)
- R_{ct}: szekunder tekercs ellenállása (Ohm)
- S_r: névleges teljesítménye az áramváltónak (VA)

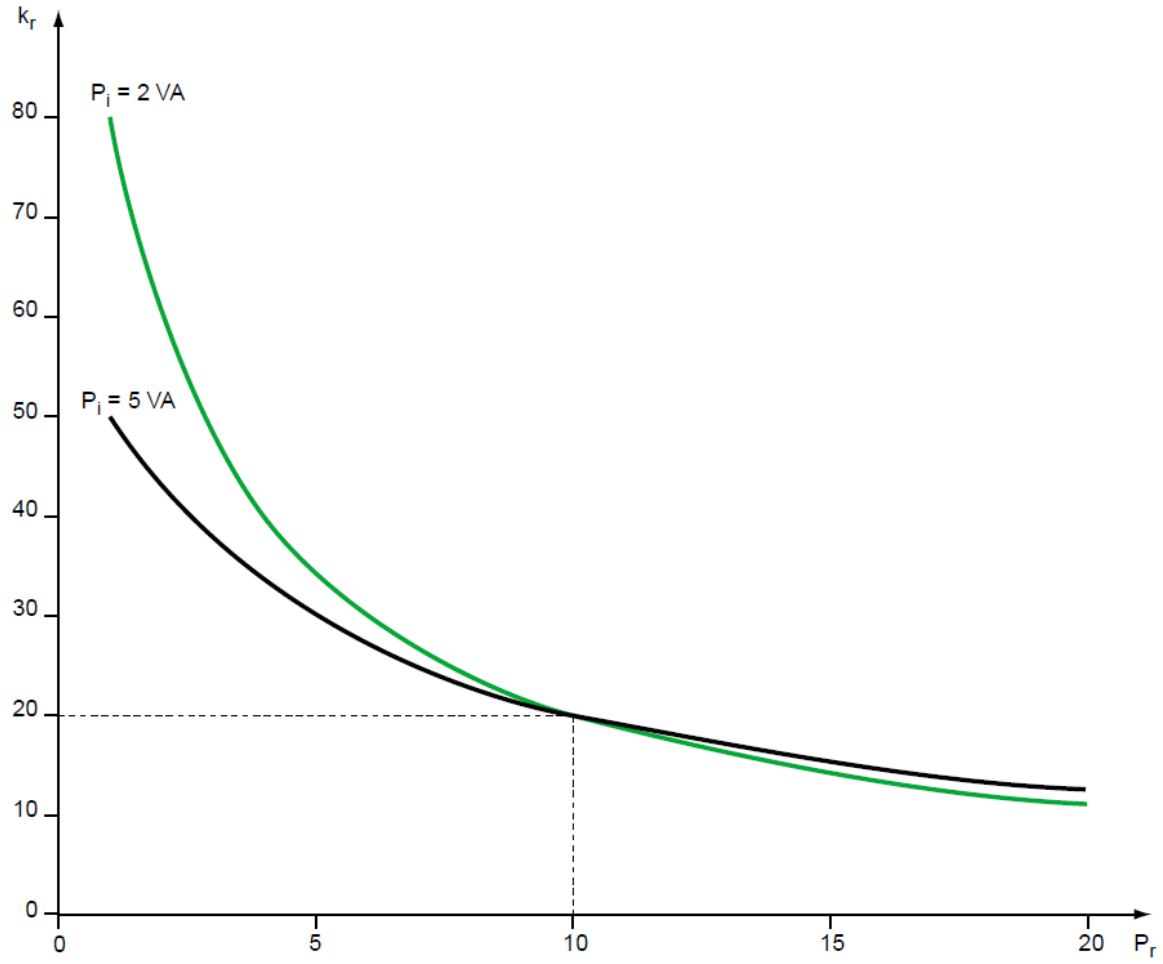
TP - típusok

$$E_{al} = K_{SSC} * K_{td} * (R_{ct} + R_b) * I_{sr}$$

Pontossági osztály	Áttétel hiba névleges primer áramnál	Szög hiba névleges primer áramnál		Tranziens tartomány ban fellépő maximális hiba
	+/- %	+/- perc	+/- centiradian	%
TPX	0,5	30	0,9	10
TPY	1	60	1,8	10
TPZ	1	180	5,3	10

- E_{al}: névleges megengedhető könyökponti fesz.
- K_{SSC}: névleges rövidzárási tényező ($K_{SSC} = \frac{I_{psc}}{I_{pr}}$)
- K_{td}: tranziens méretezési tényező
- R_{ct}: szekunder tekercs ellenállása (Ohm)
- R_b: terhelés (Ohm)
- I_{sr}: névleges szekunder áram (A)

Miért felel meg mégis a „P” típus?



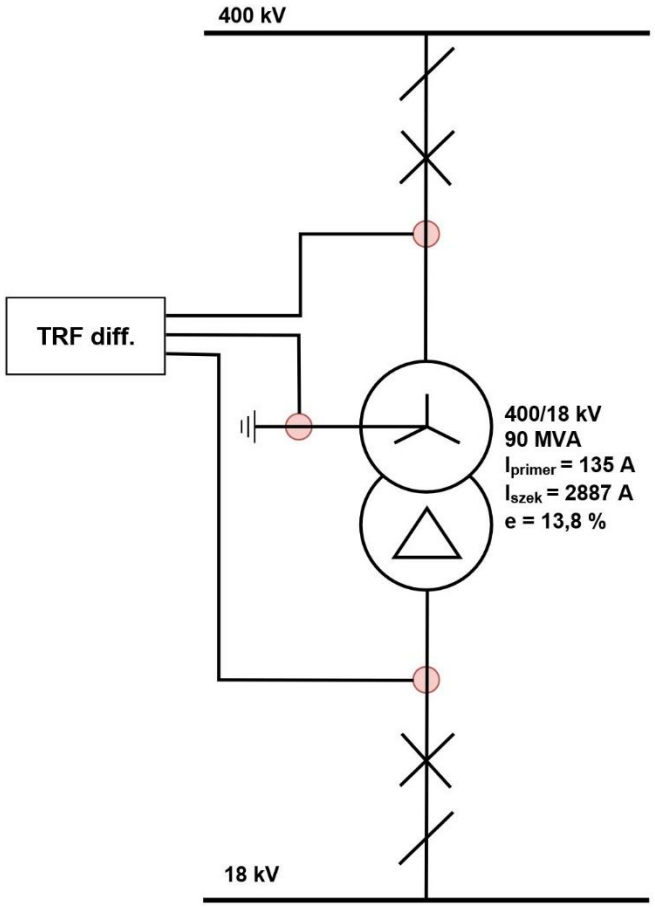
$$k_R = k_N \times \frac{P_i + P_N}{P_i + P_R}$$

$P_i = R_{CT} I_n^2$ ➢ internal losses of the CT at In

$P_N = R_N I_n^2$ ➢ CT accuracy power

$P_r = R_P I_n^2$ ➢ real load consumption of the CT at In.

Példa diff. védelem - áttétel

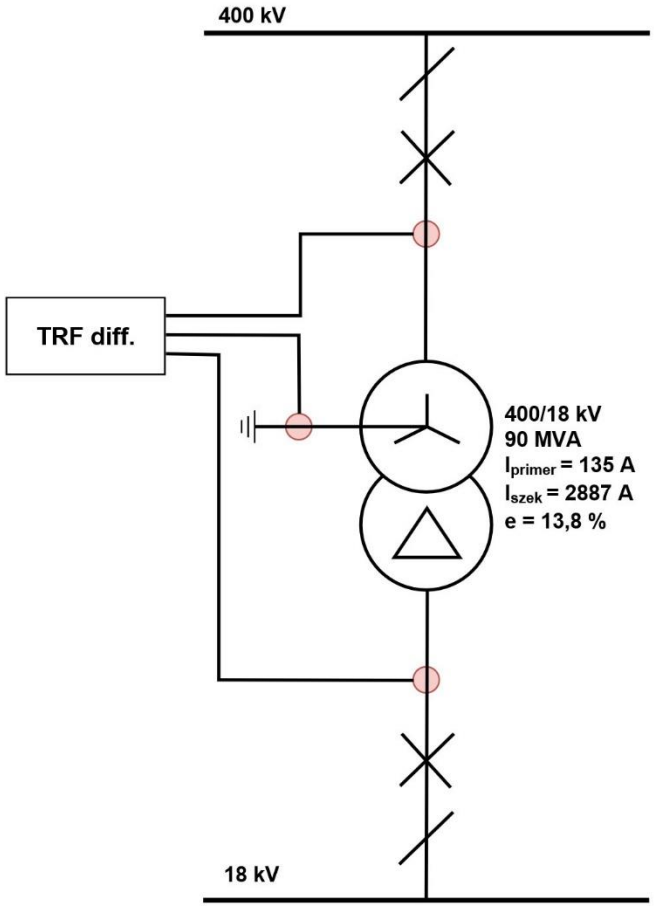


1. **Primer ÁV választása**
   - Min. áttétel függ a transzformátor névleges áramától: 135 A
   - Max. áttétel függ diff. védelem alap érzékenységének beállításától: 135/0,2 = 675
   - → 600A/1A

2. **Szekunder ÁV választás**
   - Min. áttétel függ a tr. szekunder névleges értéktől: 3000A/1A
   - Max. áttétel → védelem beállíthatósága korlátozza

3. **Csillagponti ÁV választás**
   - Függ a külső FN zárlattól

Példa diff. védelem – típus és követelmény



Vizsgáljuk a következőkkel:

- Szekunder ÁV: 3000/1 5P20 20VA

$$E_{ALF} = ALF * I_{sr} * (R_{ct} + \frac{S_r}{I_{sr}^2}) = 20 * 1 * (13{,}7 + \frac{20}{1^2}) = 675 \text{ V}$$

Nemzetközi tapasztalatok alapján:

$$E_{alreq} = 30 * \frac{I_{nt}}{I_{pn}} * I_{sn} * \left(R_{CT} + R_L + \frac{S_R}{I_r^2}\right)$$

vagy

$$E_{alreq} = 2 * \frac{I_{tf}}{I_{pn}} * I_{sn} * \left(R_{CT} + R_L + \frac{S_R}{I_r^2}\right)$$

Szekunder oldali átmenő zárlat: 21,9 kA

Melyik támaszt erősebb követelményt?

Nézzük…

Példa diff. védelem – ellenőrzés könyökfeszültségre

$$E_{alreq} = 30\frac{I_{nt}}{I_{pn}}I_{sn}\left(R_{ct} + \frac{\alpha_1 * l * \rho}{q} + \frac{\alpha_2 * S_{ab\,PH} + \alpha_0 * S_{ab\,N}}{I_{sr}^2}\right)$$

$$30 * \frac{2887}{3000} * 1 * \left(13{,}7 + \frac{2 * 200 * 0{,}021}{6} + \frac{1 * 0{,}01 + 1 * 0{,}01}{1^2}\right)$$

= 436,5 V

$$E_{ALF} \geq E_{alreq}$$

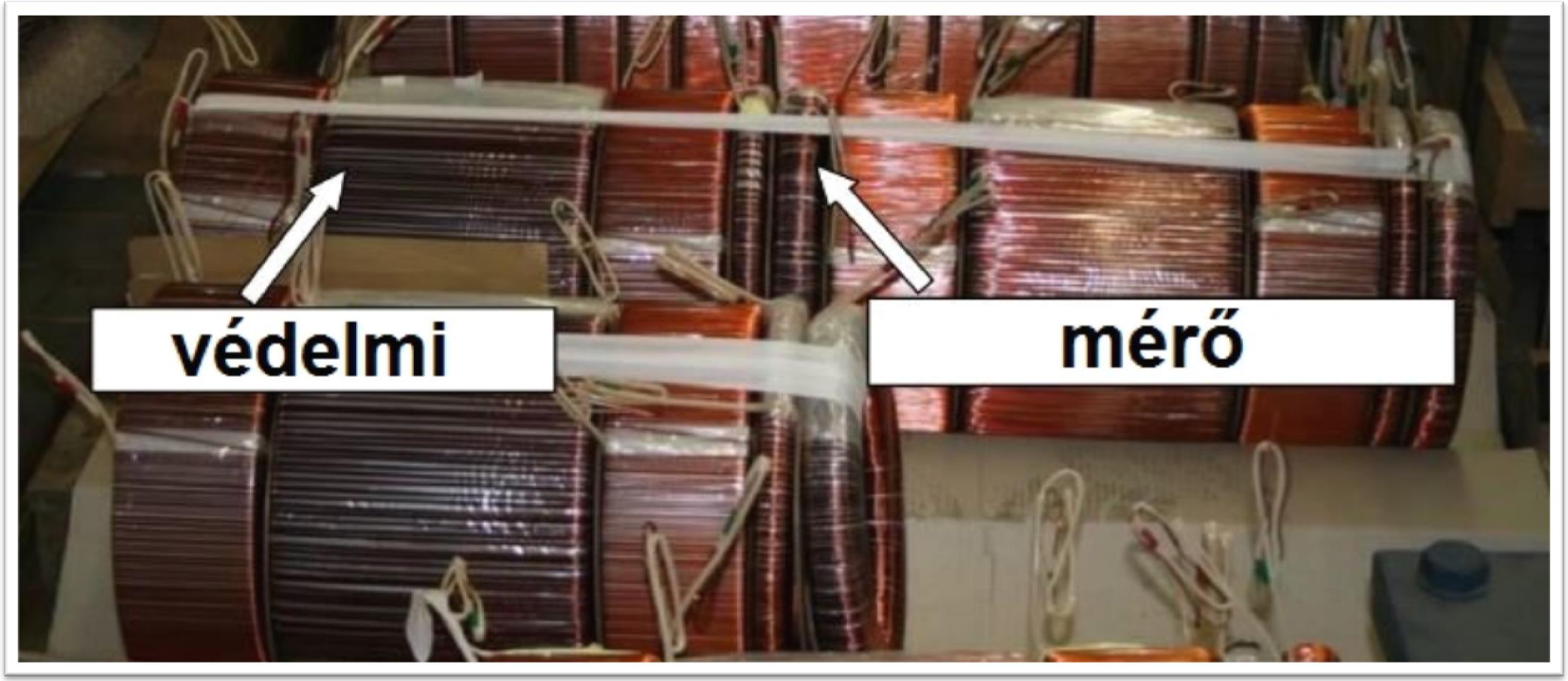
675 V $\geq 436{,}5\ V$

$$E_{alreq} = 2\frac{I_{tf}}{I_{pn}}I_{sn}\left(R_{ct} + \frac{\alpha_1 * l * \rho}{q} + \frac{\alpha_2 * S_{ab\,PH} + \alpha_0 * S_{ab\,N}}{I_{sr}^2}\right)$$

$$2 * \frac{21900}{3000} * 1 * \left(13{,}7 + \frac{2 * 200 * 0{,}021}{6} + \frac{1 * 0{,}01 + 1 * 0{,}01}{1^2}\right)$$

= 220,75 V

Mérő vs. Védelmi mag



Köszönöm a megtisztelő figyelmet!