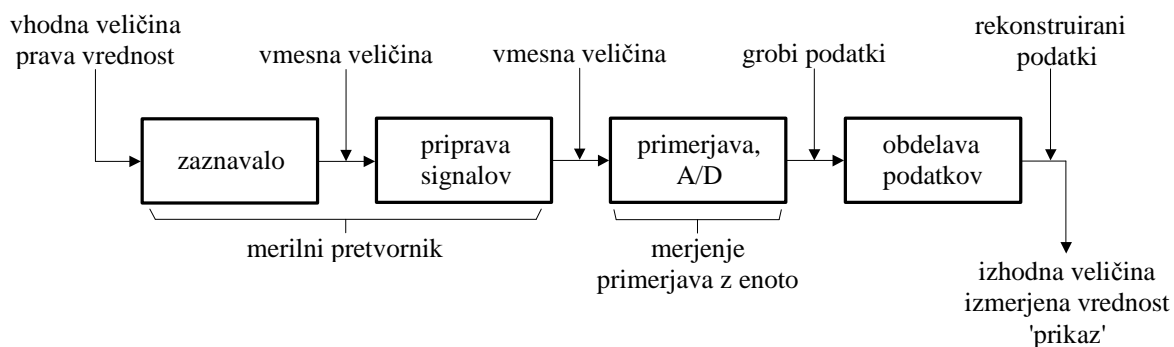


Rešitve nalog – MERITVE 2. del

1. Skicirajte zgradbo merilnega sistema in opišite funkcije posameznih blokov v shemi! S katerim elementom se izvrši meritev v ožjem pomenu besede in v kakšni obliki mora biti merjeni signal?

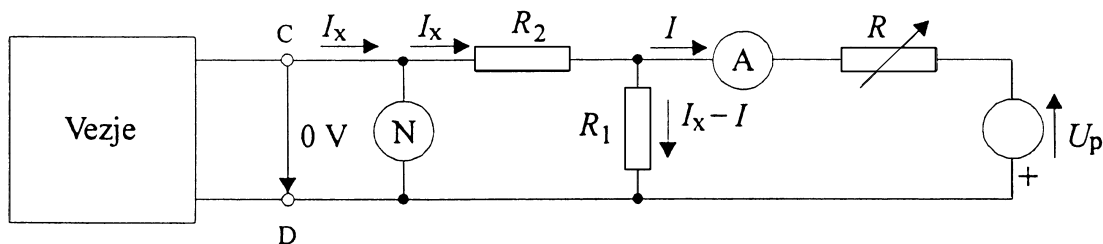
Rešitev:

- Zgradba merilnega sistema:



- Vhodni signal vstopa v merilni pretvornik, ki je sestavljen iz zaznavala (tudi tipalo, čutilo ali senzor) in faze priprave signalov na obdelavo (ojačiti, preoblikovati, pretvoriti v veličino, ki je uporabna za neposredno primerjanje).
- Za merilnim pretvornikom je faza primerjanja merjene veličine z enoto:
 - Merjenje v ožjem smislu!
 - Izvrši se z analogno-digitalnim pretvornikom.
 - Signal za primerjavo mora biti v enosmerni obliki.
- Za analogno-digitalnim pretvornikom je faza obdelave signalov za :
 - interpretacija podatkov, prikaz podatkov in prenos podatkov.
 - opravi funkcijo rekonstrukcije in različne matematične obdelave (npr. računanje povprečne vrednosti, integriranje, odvajanje ipd.).

2. Opišite delovanje merilnega vezja in v enačbah pokažite kaj meri! Po katerem principu deluje, kakšne so prednosti in slabosti?

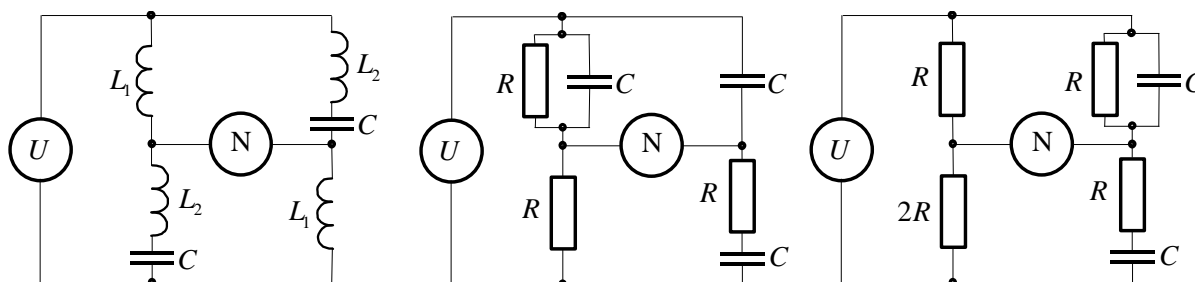


Rešitev:

- Merilno vezje kaže kompenzacijski način merjenja toka s sesalnim vezjem, ki nam ustvari navidezno $R_A \rightarrow 0$.
 - To dosežemo z nastavljanjem upora R in s tem toka I , tako da nam kaže ničelni indikator N odklon nič.
 - Tedaj velja za padca napetosti na uporih R_1 in R_2 v zanki:

$$I_x R_2 + (I_x - I) R_1 = 0$$
 - Od tod dobimo merjeni 'sesani' tok: $I_x = I \frac{R_1}{R_1 + R_2}$
- Kompenzacijsko merjenje temelji na Lindeck-Rothejevem principu, kjer se spreminja tok I in je upor (v tem primeru R_1) stalen.
- Velika prednost je, da med točkama C, D ni padca napetosti! $\Rightarrow R_A = 0 \Omega$
- Slabost je v povečani porabi instrumentov in merilnega pribora.

3. Pri katerih frekvencah so dani mostiči v ravnovesju?



Rešitev:

- Za prvi mostič zapišemo impedenca diametralno ležečih vej:

$$\underline{Z}_1 = \underline{Z}_4 = j\omega L_1, \quad \underline{Z}_2 = \underline{Z}_3 = j\omega L_2 + \frac{1}{j\omega C}$$

- Ravnovesna enačba $\underline{Z}_1 \underline{Z}_4 = \underline{Z}_2 \underline{Z}_3$ nam da naslednjo povezavo:

$$(j\omega L_1)^2 = \left(j\omega L_2 + \frac{1}{j\omega C} \right)^2 \rightarrow j\omega(L_1 - L_2) = \frac{1}{j\omega C} \rightarrow \omega^2(L_2 - L_1)C = 1$$

- od koder dobimo za frekvenco ravnovesja: $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{(L_2 - L_1)C}}$

- Za drugi mostič zapišemo impedenca in admitanco posameznih vej:

$$\underline{Y}_1 = \frac{1}{\underline{Z}_1} = \frac{1}{R} + j\omega C, \quad \underline{Z}_2 = R, \quad \underline{Z}_3 = \frac{1}{j\omega C}, \quad \underline{Z}_4 = R + \frac{1}{j\omega C}$$

- Ravnovesna enačba $\underline{Z}_1/\underline{Z}_2 = \underline{Z}_3/\underline{Z}_4$ nam da naslednje povezave:

$$\underline{Y}_1 = \frac{\underline{Z}_4}{\underline{Z}_2 \underline{Z}_3} \rightarrow \frac{1}{R} + j\omega C = \left(R + \frac{1}{j\omega C} \right) \frac{j\omega C}{R}$$

$$1 + j\omega RC = 1 + j\omega RC \rightarrow \omega RC = \omega RC$$

- Ravnovesje je neodvisno od frekvence, saj je imaginarni del enačbe enak na desni in levi strani.

- Tudi za tretji mostič zapišemo impedenca in admitanco posameznih vej:

$$\underline{Z}_1 = R, \quad \underline{Z}_2 = 2R, \quad \underline{Y}_3 = \frac{1}{\underline{Z}_3} = \frac{1}{R} + j\omega C, \quad \underline{Z}_4 = R + \frac{1}{j\omega C}$$

- Ravnovesna enačba nam da naslednje povezave:

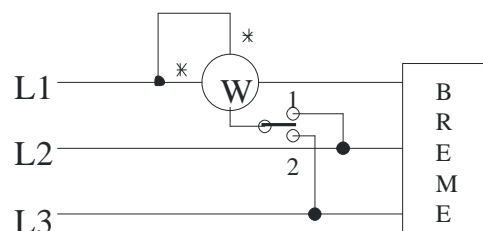
$$\underline{Y}_3 = \frac{\underline{Z}_2}{\underline{Z}_4 \underline{Z}_1} \rightarrow \frac{1}{R} + j\omega C = \frac{2R}{R + 1/j\omega C} \frac{1}{R} \rightarrow \left(\frac{1}{R} + j\omega C \right) \left(R + \frac{1}{j\omega C} \right) = 2$$

$$1 + j\omega RC + \frac{1}{j\omega RC} + 1 = 2 \rightarrow \omega RC = \frac{1}{\omega RC}$$

- Pri tem mostiču je ravnovesje odvisno od frekvence, saj nam izenačitev imaginarnih delov enačbe da $\omega RC = \sqrt{1} = 1$ in od tod:

$$f = \frac{1}{2\pi RC}$$

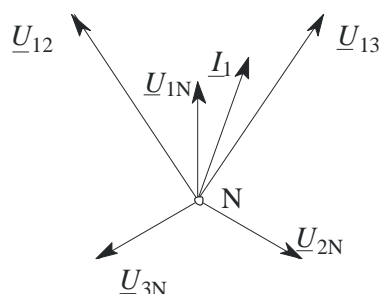
4. Dokažite, kakšno moč dobimo, če z vatmetrom izmerimo moč, ko je stikalo v položaju 1 in pištejemo moč, ki jo izmerimo, ko je stikalo v položaju 2? Narišite fazorski (kazalčni) diagram! Ali mora biti pri tovrstni meritvi breme simetrično? Kaj pa trifazni vir, ali mora biti uravnovešen?



Rešitev:

- Če seštejemo odčitka, ko je vatmeter v položaju 1 in 2 dobimo moč trifaznega bremena. Toda samo, če je breme simetrično oziroma trifazni vir uravnovešen, torej trifazni sistem uravnovešen.

- Fazorski (kazalčni) diagram



- Ko je preklopnik v položaju 1, je odklon vatmetra enak

$$P_{W1} = \frac{1}{2} \operatorname{Re} \{ \underline{U}_{12} \underline{I}_1^* \} = \frac{1}{2} \operatorname{Re} \{ (\underline{U}_{1N} - \underline{U}_{2N}) \underline{I}_1^* \},$$

- Ko pa je v položaju 2, pa

$$P_{W2} = \frac{1}{2} \operatorname{Re} \{ \underline{U}_{13} \underline{I}_1^* \} = \frac{1}{2} \operatorname{Re} \{ (\underline{U}_{1N} - \underline{U}_{3N}) \underline{I}_1^* \}.$$

- Če seštejemo oba odčitka, dobimo

$$P_{W1} + P_{W2} = \frac{1}{2} \operatorname{Re} \left\{ \left[(\underline{U}_{1N} - \underline{U}_{2N}) \underline{I}_1^* + (\underline{U}_{1N} - \underline{U}_{3N}) \underline{I}_1^* \right] \right\}$$

- To pa je enako skupni moči sistema

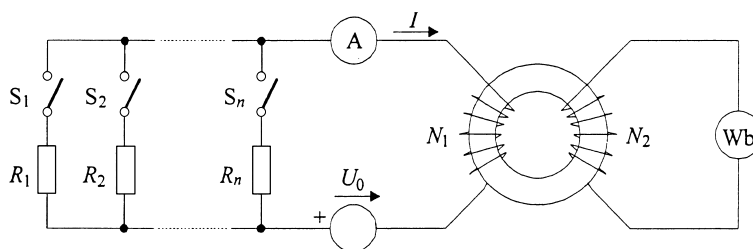
$$P_{W1} + P_{W2} = \frac{1}{2} \operatorname{Re} \{ 3 \underline{U}_{1N} \underline{I}_1^* \} = P,$$

- saj je $-(\underline{U}_{2N} + \underline{U}_{3N}) = \underline{U}_{1N}$.

5. Opišite načina snemanja statične krivulje prvega magnetenja feromagnetika! Kateri pogoj mora biti izpolnjen? Določite potrebno merilno opremo!

Rešitev:

- Za snemanje deviške magnetilnice poznamo dva osnovna načina: odsekovni in komutacijski. Material najprej **nevtraliziramo** (razmagnetimo)!
- Pri **odsekovnem** načinu snemanje deviške magnetilnice potrebujemo:
 - enosmerni napajalni vir, možnost postopnega koračnega povečevanja vzbujanja (preko stikal: S_1, S_2, \dots, S_n) in meriti moramo ploščine napetostnih impulzov (npr. s fluksmetrom).



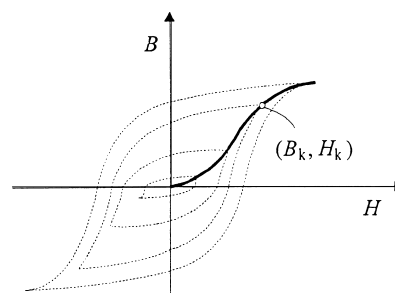
- Če povečujemo tokove od nič na I_1, I_2, \dots, I_n se povečuje tudi jakost magnetnega polja: H_1, H_2, \dots, H_n : $H_k = \frac{I_k N_1}{l_{sr}}$

- Ob vklopu stikal se inducira napetostni impulz: $u_i = -N_2 A \frac{dB}{dt}$. Pri k-tem vklopu je ploščina enaka:

$$\int_{t(B_{k-1})}^{t(B_k)} u_i dt = -N_2 A \int_{B_{k-1}}^{B_k} dB = -N_2 A \Delta B_k \Rightarrow \Delta B_k = \frac{k_F \gamma_k}{N_2 A}$$

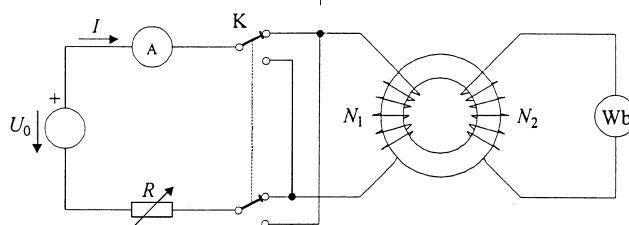
- Namesto odsekovnega merjenja celotne krivulje (pogreški se seštevajo) se pogosto uporablja **komutacijska** magnetilnica:

- povezuje vrhove histereznih zank za različne stopnje magnetenja.
- Za menjavo smeri magnetenja potrebujemo komutator.



- Postopek snemanja statične komutacijske magnetilnice:

- Pri toku I_1 dobimo točko na magnetilnici B_1, H_1 . Nato komutiramo smer toka $\rightarrow (-B_1, -H_1)$ in nazaj $\rightarrow (B_1, H_1)$.



- Ob k -tem koraku imamo jakost m. polja: $H_k = \frac{I_k N_1}{l_{sr}}$, in magnetna

indukcija: $\int_{t(-B_k)}^{t(+B_k)} u_i dt = -N_2 A \int_{-B_k}^{B_k} dB \Rightarrow B_k = \frac{k_F \gamma_k}{2N_2 A}$

- tok mora med meritvijo samo naraščati.