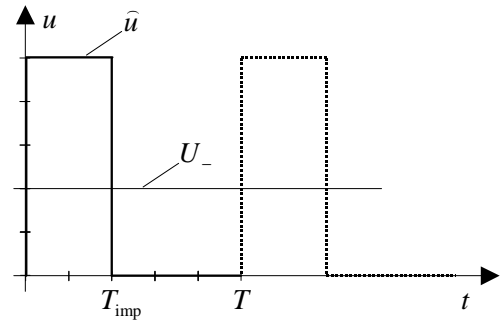


## Rešitve nalog – OSNOVE MERITEV

1. Impulzno napetost  $u$  frekvence  $f = 20\text{kHz}$  in širine pulza  $T_{\text{imp}} = 20\mu\text{s}$  merimo z voltmetrom, ki meri efektivno vrednost. Koliko je temenska vrednost  $\hat{u}$ , če voltmeter kaže  $U = 110\text{mV}$ ? Koliko je enosmerna komponenta signala?

### Rešitev:

- Na podlagi podatkov ima signal pravokotno pulzno obliko, kjer je perioda ponavljanja pulzov enaka  $T = 1/f = 50\mu\text{s}$ .



- Voltmeter se odziva na efektivno vrednost signala  $U = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T u^2 dt}$ . Ker imamo v dveh intervalih periode konstantni vrednosti  $\hat{u}$  in nič, lahko zapišemo:

$$U^2 = \frac{1}{T} \left( \hat{u}^2 \frac{2}{5} T + 0 \frac{3}{5} T \right) = \frac{2}{5} \hat{u}^2 \quad \rightarrow \quad \hat{u} = \sqrt{\frac{5}{2}} U = 173,9\text{mV}$$

- in zaokrožimo na ločljivost voltmetra:  $\hat{u} = 174\text{mV}$

- Enosmerna komponenta signala je enaka srednji vrednosti:

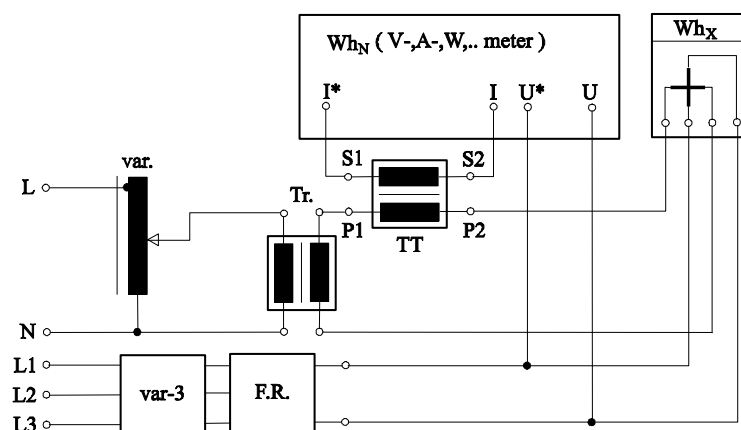
$$U_- = \bar{U} = \frac{1}{T} \int_0^T u dt = \frac{1}{T} \left( \hat{u} \frac{2}{5} T + 0 \frac{3}{5} T \right) = \frac{2}{5} \hat{u} = 69,57\text{mV} \quad \rightarrow \quad U_- = 70\text{mV}$$

2. Skicirajte vezje za preskus razreda enofaznega indukcijskega števca delovne energije in izračunajte, če je pri spodnjih podatkih pogrešek še v dopustnih mejah!

- indukcijski števec:  $U_r = 220\text{ V}$ ,  $10 - 40\text{ A}$ ,  $K = 600\text{ vrt/kWh}$ ,  $r = \textcircled{2}$ ,  $N = 174\text{ vrt}$
- digitalni števec el. energije:  $W_N = 29,18\text{ Wh}$
- tokovnik:  $I_{pn} = 10\text{ A}$ ,  $I_{sn} = 1\text{ A}$

### Rešitev:

- Vezalna shema preskušanja razreda točnosti indukcijskega števca električne energije.



- Za izračun lastnega pogreška pri merjenju energije potrebujemo energijo preskušane števca  $W_s$  in referenčno energijo  $W$ :

$$e = \frac{W_s - W}{W}$$

- Energija preskušane števca se izračuna iz števila vrtljajev in konstante števca.

$$W_s = \frac{N}{K}$$

- Referenčna energija pa je energija referenčnega števca električne energije  $W_N$  pomnožena s tokovno konstanto  $K_i = I_{pn}/I_{sn}$ , ker je instrument na sekundarni strani tokovnega transformatorja.

$$W = K_i \cdot W_N$$

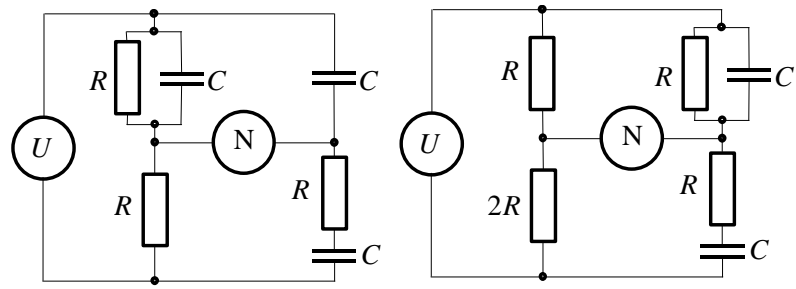
- Lastni pogrešek je tako

$$e = \frac{W_s - W}{W} = \frac{\frac{174\text{ vrt.}}{600\text{ vrt/kWh}} - \frac{10\text{ A}}{1\text{ A}} \cdot 29,18\text{ Wh}}{\frac{10\text{ A}}{1\text{ A}} \cdot 29,18\text{ Wh}} = -0,0062 \rightarrow e = -0,62\%$$

- Števec je prestopil preskus, saj je lastni pogrešek  $e$  manjši kot dopustna maksimalna vrednost lastnega pogreška  $m$ , ki jo določena z razredom  $\textcircled{r}$  podanim na izmerjeno vrednost kot referenčno vrednostjo:

$$|e| = 0,0062 < m = \frac{r}{100} = 0,02$$

3. Pri katerih frekvencah sta dana mostiča v ravnovesju?



**Rešitev:**

- Za prvi mostič zapišemo impedance in admitanco posameznih vej:

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

- Ravnovena 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 drugi mostič zapišemo impedance in admitanco posameznih vej:

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

- Ravnovena enačba nam da naslednje povezave:

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

$$\left( \frac{1}{R} + j\omega C \right) \left( R + \frac{1}{j\omega C} \right) = 2$$

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

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

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