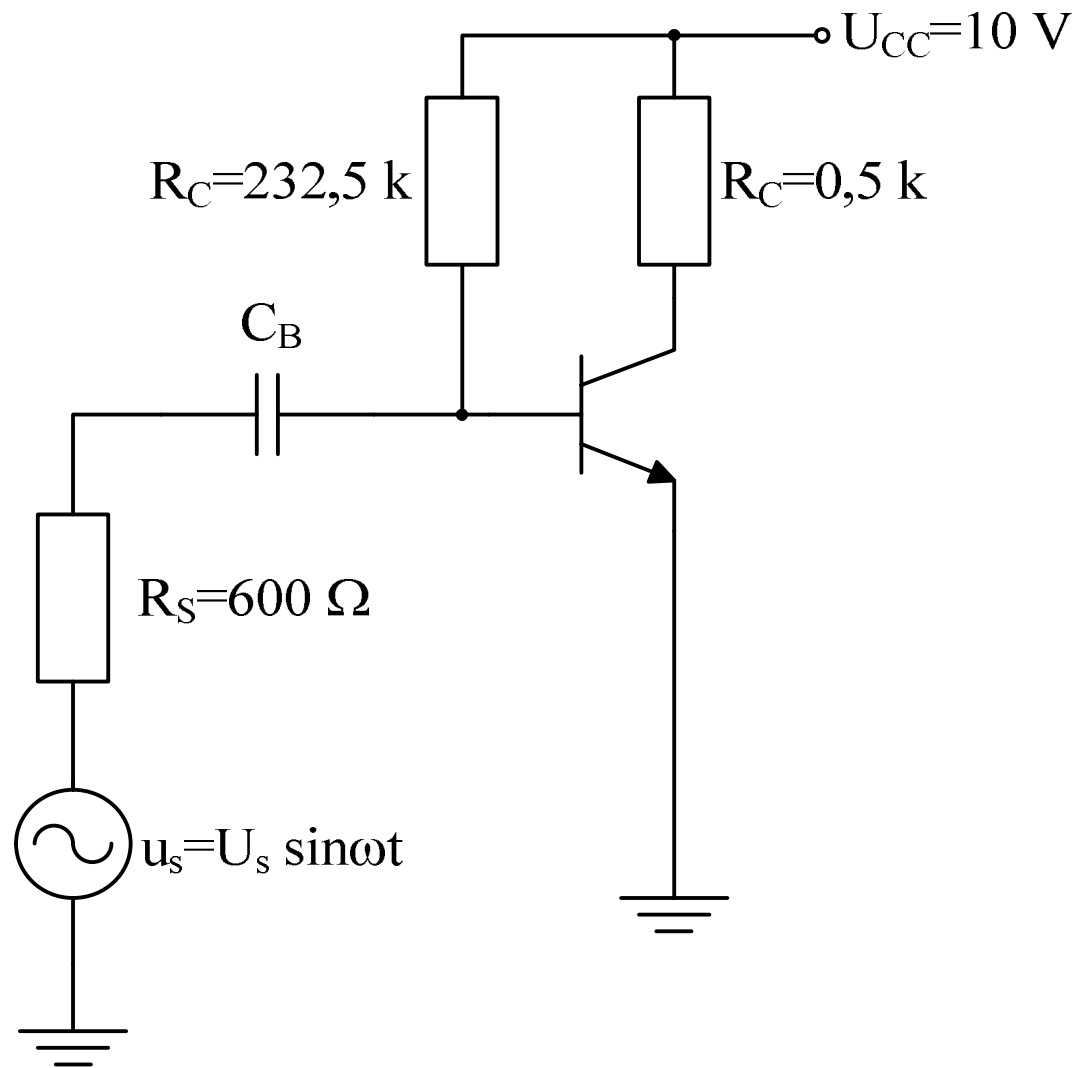
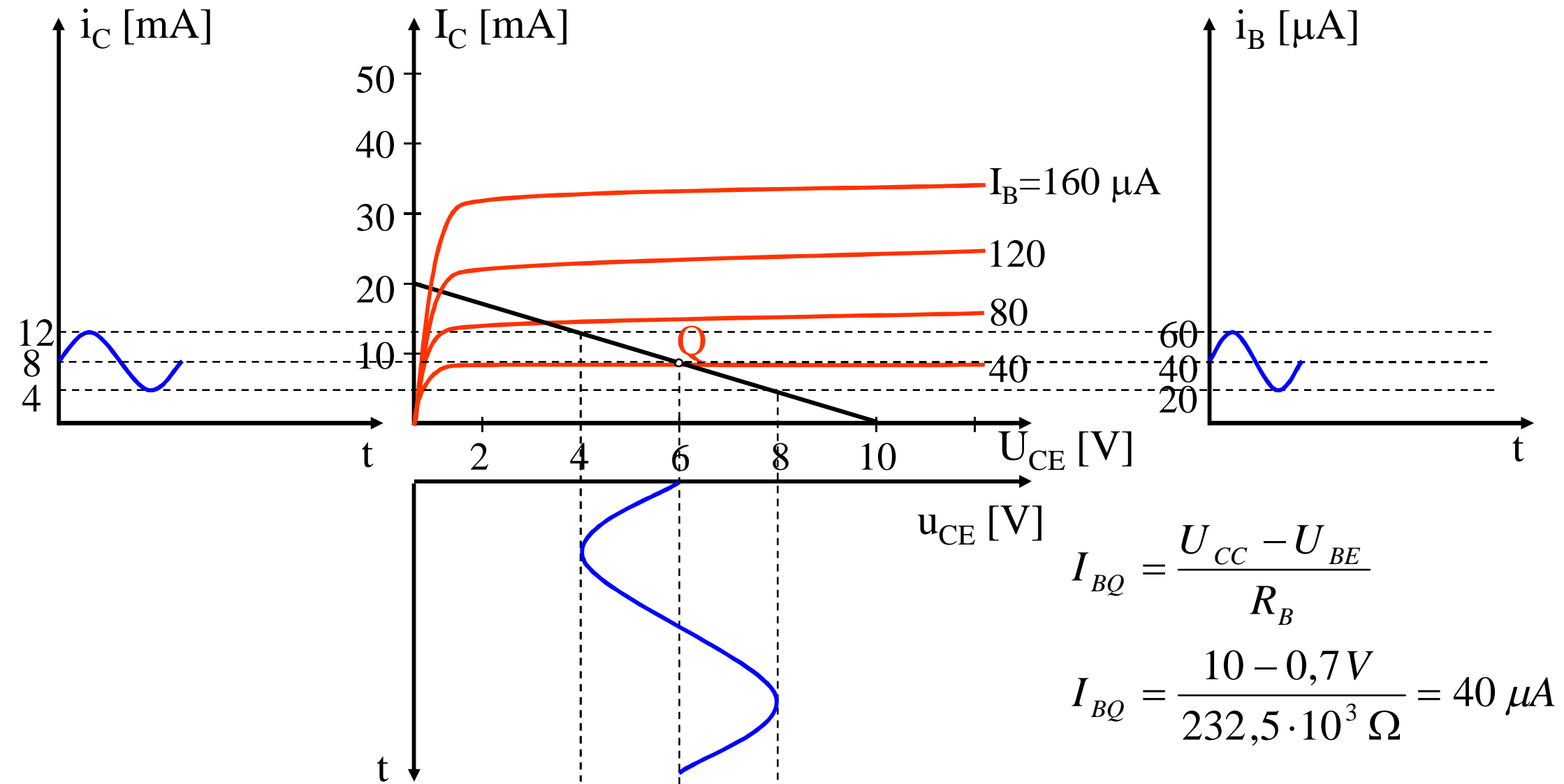


Elektronički sklopovi – Osnovni pojmovi o pojačalima

Elektronika – 7. predavanje

Tranzistor kao pojačalo





$$i_b = I_{bm} \sin \omega t \quad i_B = I_{BQ} + i_b = 40 + 20 \sin \omega t$$

$$i_C = I_{CQ} + i_c = I_{CQ} + I_{cm} \sin \omega t$$

$$u_{CE} = U_{CEQ} + u_{ce} = U_{CEQ} + U_{cem} \sin \omega t$$

$$I_{bm} = 20 \mu A \quad \text{za } \underline{U_{sm} = 26,5 \cdot 10^{-3} V}$$

$$I_{cm} = 4 mA$$

$$U_{cem} = 2 V$$

$$|A_V| = \frac{U_{cem}}{U_{sm}} = \frac{2}{26,5 \cdot 10^{-3}} = 75,5$$

$$\frac{U_{sm} \cdot I_{bm}}{2} = 0,265 \mu W$$

$$|A_I| = \frac{I_{cm}}{I_{bm}} = \frac{4 \cdot 10^{-3}}{20 \cdot 10^{-6}} = 200 = \frac{\Delta i_C}{\Delta i_B} \quad \text{u Q.}$$

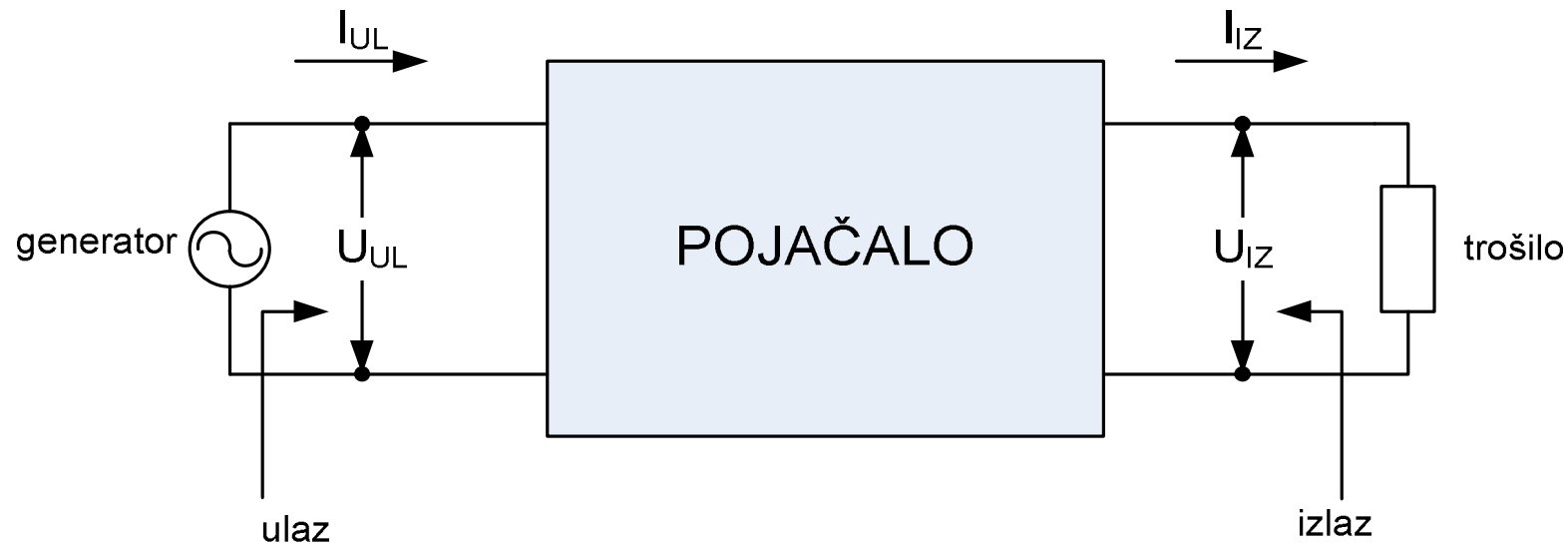
$$P_p = I_C^2 \cdot R_C = \left(\frac{4 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{2}} \right)^2 \cdot 500 = 4 mW$$

$$P_{Tot} = \frac{U_{sm}}{\sqrt{2}} \cdot \frac{I_{bm}}{\sqrt{2}} + U_{CC} \cdot (I_{CQ} + I_{BQ}) = \frac{2,65 \cdot 10^{-2}}{\sqrt{2}} \cdot \frac{2 \cdot 10^{-5}}{\sqrt{2}} + 10(8 \cdot 10^{-3} + 4 \cdot 10^{-5}) = 80,4 mW$$



Osnovni pojmovi o pojačalima

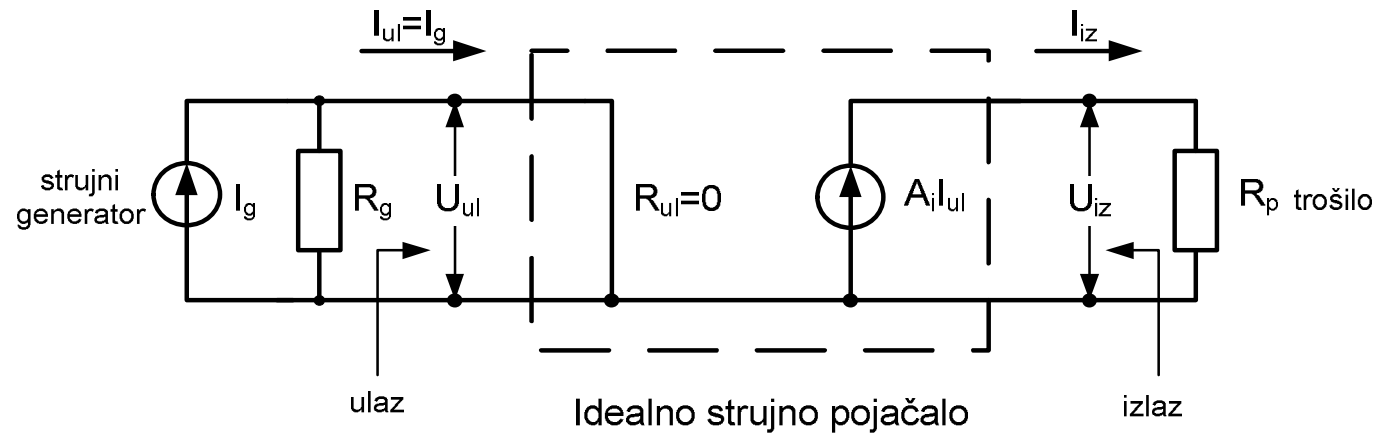
- Pojačala su **linearni elektronički sklopovi** namijenjeni pojačavanju električkih signala (strujnih ili naponskih).



- Veličine U_{ul} i I_{ul} su **efektivne vrijednosti** ulaznog napona i ulazne struje, dok su veličine U_{iz} i I_{iz} efektivne vrijednosti izlaznog napona i izlazne struje.

Strujno pojačalo

- Idealno strujno pojačalo: $R_{ul}=0$, $R_{iz}=\infty$



$$I_{iz} = A_i I_{ul} = A_i I_g,$$

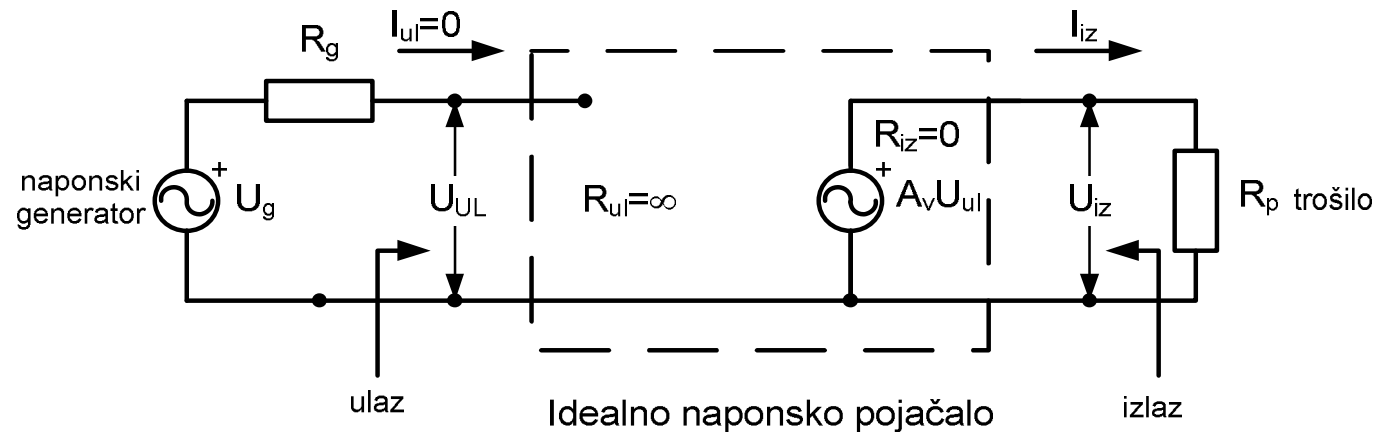
gdje je A_i faktor strujnog pojačanja pojačala.

$$U_{iz} = I_{iz} \cdot R_p = A_i \cdot I_{ul} \cdot R_p = A_i \cdot I_g \cdot R_p$$

Pojačanje snage G je beskonačno veliko (jer je snaga ulaznog signala jednaka nuli).

Naponsko pojačalo

- Idealno naponsko pojačalo: $R_{ul} = \infty$, $R_{iz} = 0$



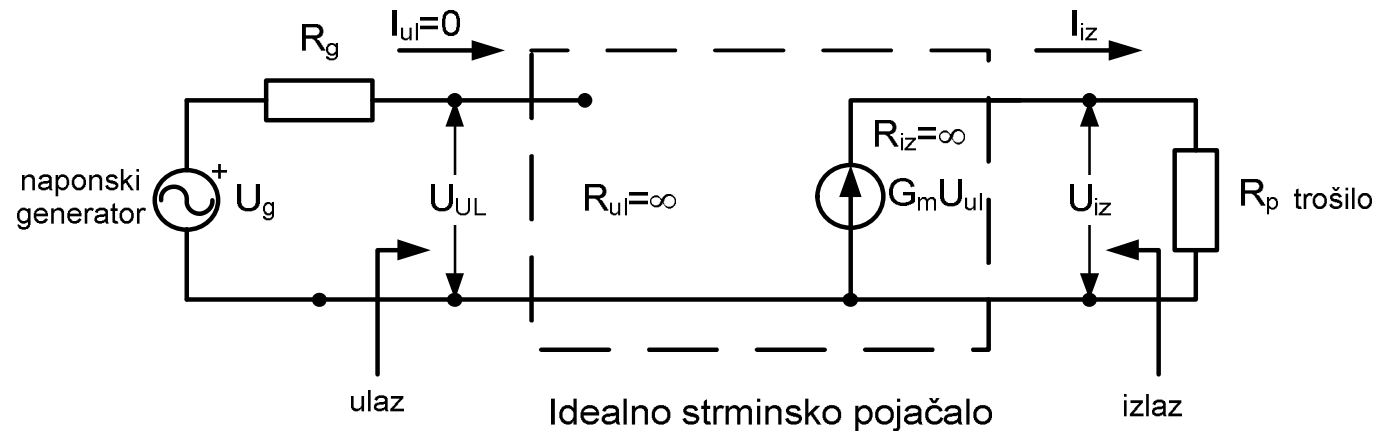
$$U_{iz} = A_v U_{ul} = A_v U_g,$$

gdje je A_v faktor naponskog pojačanja pojačala.

$$I_{iz} = \frac{U_{iz}}{R_p} = \frac{A_v \cdot U_{ul}}{R_p} = \frac{A_v \cdot U_g}{R_p} \quad P_{iz} = U_{iz} \cdot I_{iz} = \frac{(A_v \cdot U_{ul})^2}{R_p} = \frac{(A_v \cdot U_g)^2}{R_p}$$

Strminsko pojačalo

- Idealno strminsko pojačalo: $R_{ul} = \infty$, $R_{iz} = \infty$



$$I_{iz} = G_m U_{ul} = G_m U_g,$$

gdje je G_m strmina pojačala (obično izražena u [mA/V]).

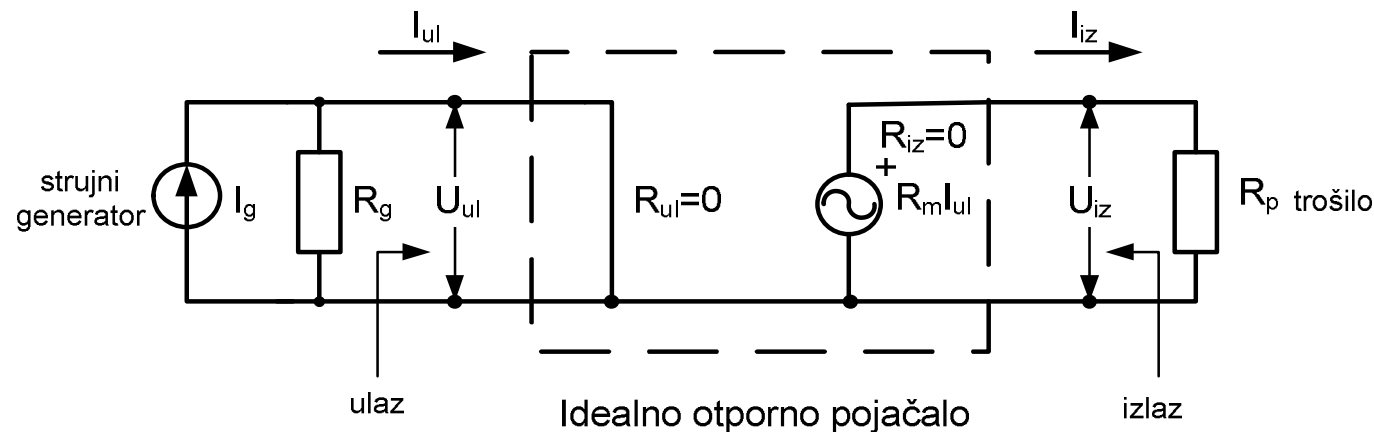
$$U_{iz} = I_{iz} R_p = G_m U_{ul} R_p = G_m U_g R_p$$

$$A_v = \frac{U_{iz}}{U_{ul}} = G_m R_p$$

$$P_{iz} = U_{iz} I_{iz} = (G_m U_{ul})^2 R_p$$

Otporno pojačalo

- Idealno otporno pojačalo: $R_{ul}=0$, $R_{iz}=0$



$$U_{iz} = R_m I_{ul} = R_m I_g,$$

gdje je R_m prijenosni otpor pojačala (izražen u $[\Omega]$).

$$I_{iz} = \frac{U_{iz}}{R_p} = \frac{R_m I_{ul}}{R_p}$$

$$A_i = \frac{I_{iz}}{I_{ul}} = \frac{R_m}{R_p}$$

$$P_{iz} = U_{iz} I_{iz} = \frac{(R_m I_{ul})^2}{R_p}$$

Računanje pojačanja u decibelima

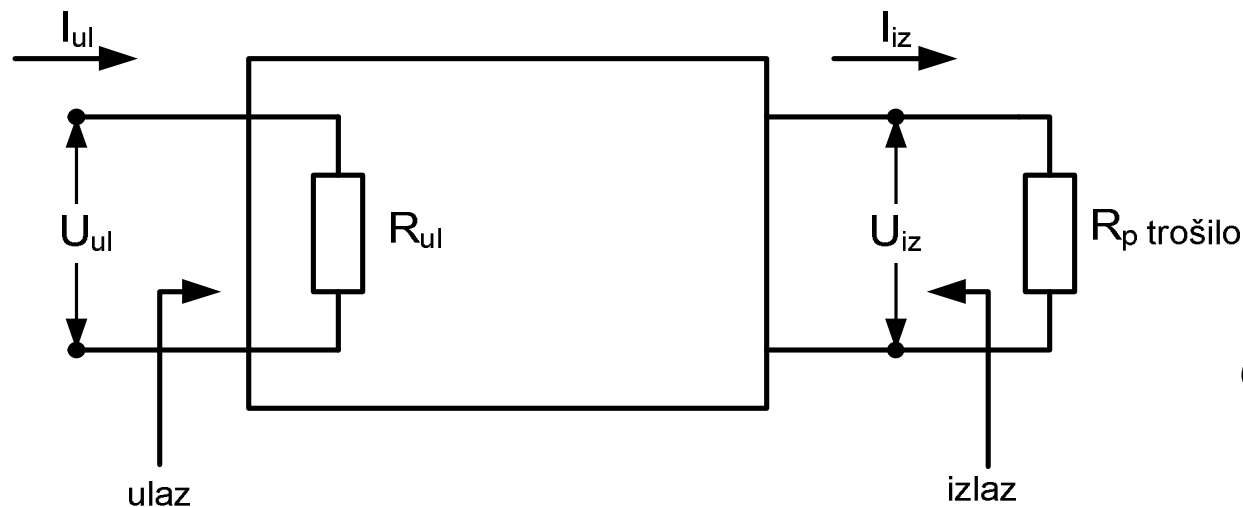
- **Pojačanje snage** definirano je omjerom snage izmjeničnog signala predanog trošilu i snage signala predanog ulaznom krugu pojačala:

$$G = \frac{P_{iz}}{P_{ul}}$$

- Pojačanje snage obično se izražava u decibelima ([dB]), na ovaj način:

$$G[dB] = 10 \log \frac{P_{iz}}{P_{ul}}$$

- Npr. za $P_{ul}=1 \text{ mW}$ i $P_{iz}=1 \text{ W}$ pojačanje snage iznosi 1000 puta, odnosno 30 dB.
- Ako se prema slici snaga P_{iz} i P_{ul} izrazi pomoću odgovarajućih napona dobiva se:



$$P_{iz} = \frac{U_{iz}^2}{R_p} \quad ; \quad P_{ul} = \frac{U_{ul}^2}{R_{ul}}$$

$$G = 20 \log \frac{U_{iz}}{U_{ul}} + 10 \log \frac{R_{ul}}{R_p} \quad [dB]$$

- Ako je ispunjen uvjet $R_{ul}=R_p$, tada je pojačanje snage u decibelima jednako:
- $$G = 20 \log \frac{U_{iz}}{U_{ul}} \quad [dB]$$

- Isto tako može se pisati da je:

$$P_{iz} = I_{iz}^2 \cdot R_p ; \quad P_{ul} = I_{ul}^2 \cdot R_{ul}$$

$$G = 20 \log \frac{I_{iz}}{I_{ul}} + 10 \log \frac{R_p}{R_{ul}} \quad [dB]$$

- Ako je $R_p = R_{ul}$, tada je:

$$G = 20 \log \frac{I_{iz}}{I_{ul}} \quad [dB]$$

- Pojačanje napona i struje također se izražava u decibelima:

$$A_v = 20 \log \frac{U_{iz}}{U_{ul}} \quad [dB] \qquad A_i = 20 \log \frac{I_{iz}}{I_{ul}} \quad [dB]$$