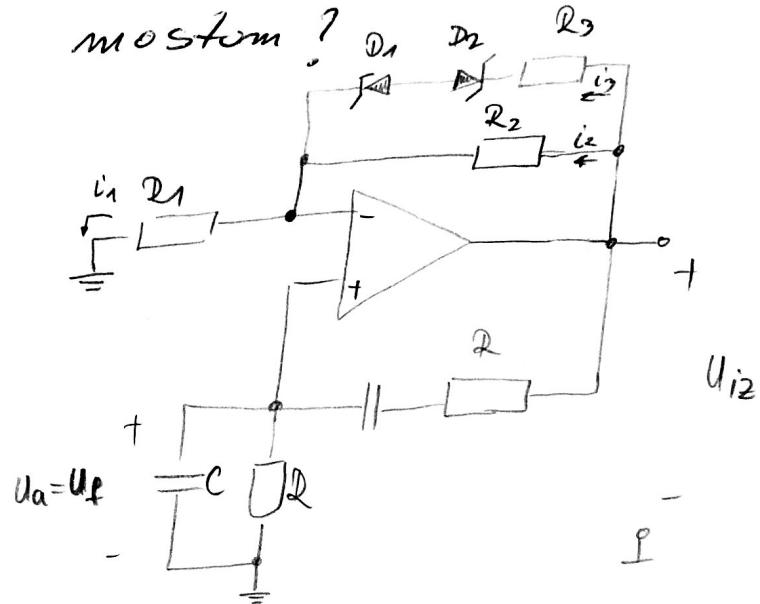


① Čemu služe Zenerove diode u oscilatoru s Wienovim mostom?



Zenerove diode stabiliziraju amplitudu.

U početku osciliraju, amplituda izlaznog napona je mala i

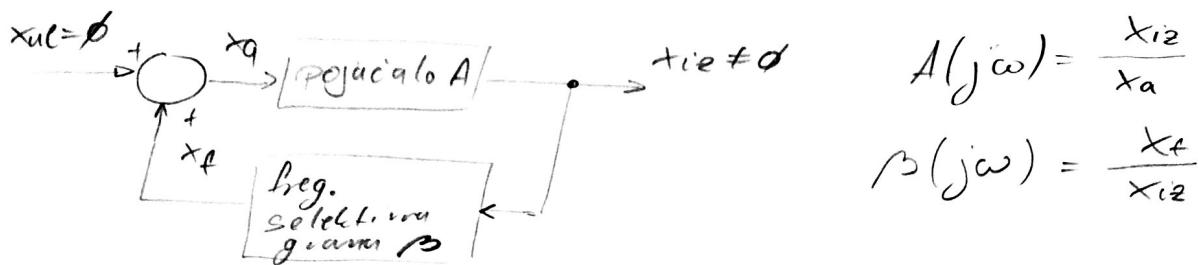
Zenerove diode ne vode pojezgra s diodama istezanjem.

Osnjaj otpora R_2/R_1 određuje

naponsko pojaciće pojacala. Kako je taj omjer veći od 3, pojaciće Av neće biti od 3 i pojaciće u polji povratne veze pojaciće Av nestabilno ponašanje. Amplituda izlaznog napona $|T(j\omega_0)| > 1$ (nestabilno ponašanje). Amplituda izlaznog napona raste i dok doseguje probjekti napon Zenerove diode, one provedu i paralelno spojaju grane s diodama D_1 i D_2 i otpornicima R_1 i R_2 .

Ovime smo smanjili iznos naponskog pojacića na $Av=3$ i uvećali ograničenje izlaznog napona. Amplitudu izlaznog sinusnog napona određuje stabilan napon Zenerovih dioda.

② Barkhausenov kriterij osciliranja



$$x_a = x_{ue} + x_f \quad A_f(j\omega) = \frac{x_{iz}}{x_{ue}} = \frac{A(j\omega)}{1 - \beta(j\omega)A(j\omega)} = \frac{A(j\omega)}{1 - T(j\omega)}$$

$T(j\omega) = \beta(j\omega) \cdot A(j\omega)$ pojačuje u petlji; povratne mreže.

→ Sinusni oscilator $\Rightarrow 1 - T(j\omega_0) = 0$ ω_0 - freq. oscilacija

$$A_f(j\omega_0) = \frac{x_{iz}}{x_{ue}} = \frac{A(j\omega_0)}{0} = \infty$$

↳ bez x_{ue} na izlazu imamo signal x_{iz} koji je rezultat oscilacija. Energija izlaznog signala osigurana istosmjerom izvor napajanja moga se oscilator prihvaje

* BARKHAUSENOV Kriterij osciliranja

$$T(j\omega_0) = A(j\omega_0) / \beta(j\omega_0) = 1$$

$\arg(T(j\omega_0)) = \phi$
 $|T(j\omega_0)| = 1$

uvjeti $|x_f = x_a|$

1) protokom kroz pojedinačno granu povratne mreže signal se na ulaz pojedinačno mora vratiti s istom fazom

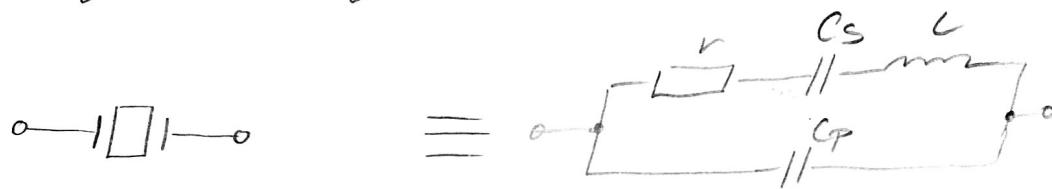
2) protokom kroz pojedinačno granu povratne mreže signal se na ulaz mora vratiti s istom amplitudom

③ Piezoelektrični kristal

- komisti se kada LC-oscilatora u gromi povratne veze
- znatno poboljšava stabilitet frekvencije oscilirajuća

Princip rada:

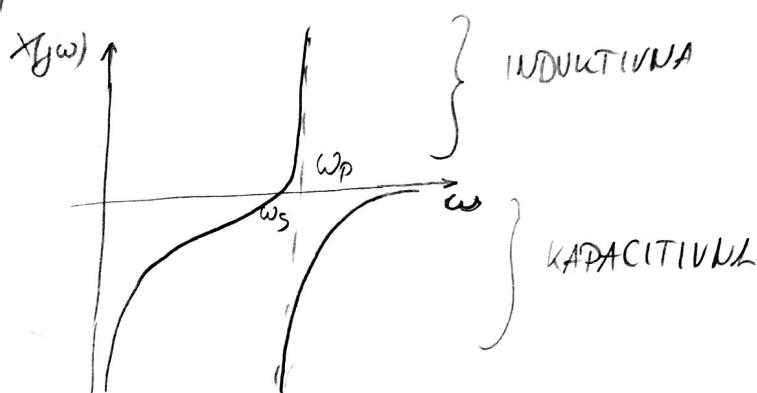
Primjena istosmjernog napona uzrokuje u piezoelektričnom kristalu (poput kvarca) naprezanje i deformaciju uslijed kojih dolazi do mehaničkih vibracija. Kristal će oscilirati i provesti u krajnjima izmjenicama napona (bas ka o rezonansni QLC kružnici malog senjskog otpora tj. visokog faktora dobrote)



$$Z(j\omega) = \left(j\omega L + \frac{1}{j\omega C_s} \right) \parallel \frac{1}{j\omega C_p}$$

$$= \frac{-j}{\omega C_p} \frac{\omega^2 - \omega_s^2}{\omega^2 - \omega_p^2}$$

$$\omega_p > \omega_s \text{ ali za samo } \approx 1\%$$



Freg. ovisna reaktancija

$$\omega_s = \frac{1}{\sqrt{LC_s}}$$

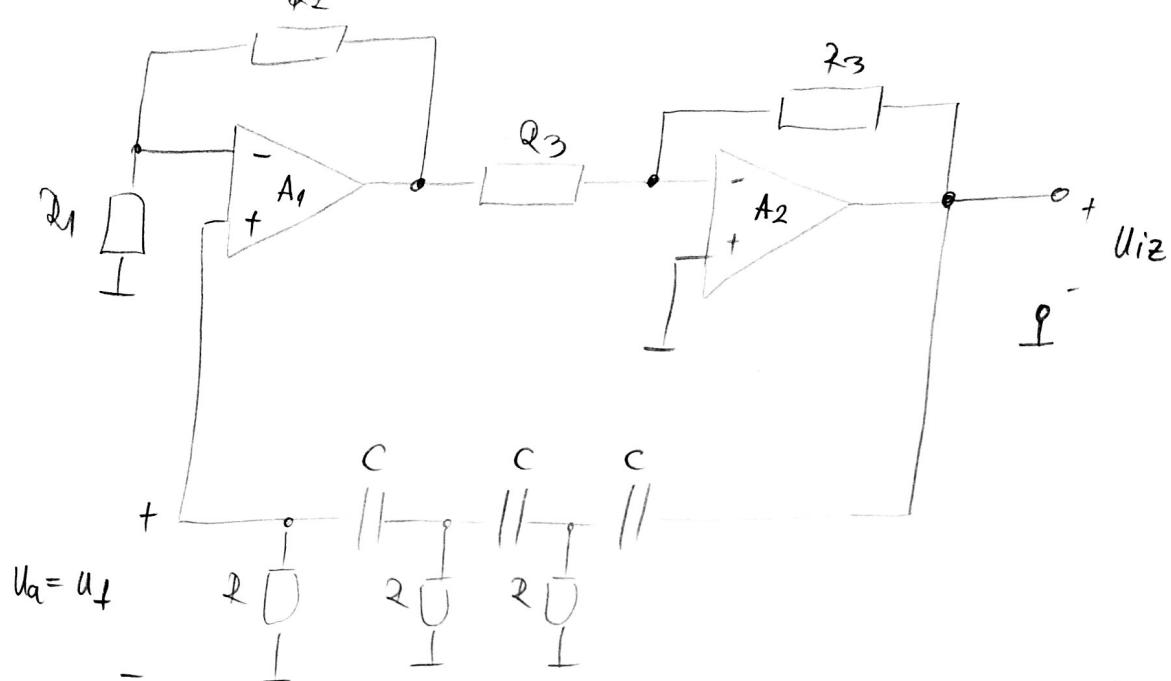
$$\omega_p = \frac{1}{\sqrt{L(C_s + C_p)}}$$

↓ PARALELNA REZONANTNA FREQ.

- ⊕ - izuzetna stabilitet
- visoki faktor dobrote
- veliki freq. raspon kHz - MHz

- ⊖ - nemogućnost podešavajućeg freq. oscilirajuća

⑨ Zadatak za pripremu Slika 1.



$$A_{V1} = 1 + \frac{R_2}{R_1}$$

A₁ ⇒ neinvertirajuće pojačalo s naponskim pojačanjem
⇒ u izlazu pojačala A₁ ne opterećuje izlaz grane povratne veze

A₂ ⇒ invertirajući spoj pojačala $A_{V2} = -1$

- ⇒ moguce da je sa R₃ paralelno spojena grana s diodama
 - ↳ za mali izlazni napon diode ne vode
 - u2 $A_{V1} > 2\beta$ na freq oscilirajuća ω_0 pojačanje
 - petljii povratne veze $\beta(\omega_0) A_V > 1$
 - povlastom izlaznog napona diode provedu i iznos pojačanja A₂ se smanjii, t.d. $A_V = A_{V1} \cdot A_{V2} = -2\beta$
 - ogranicenja je amplituda izlaznog sinusnog napona

⑤ Što se događa s izlazom oscilatora ako:

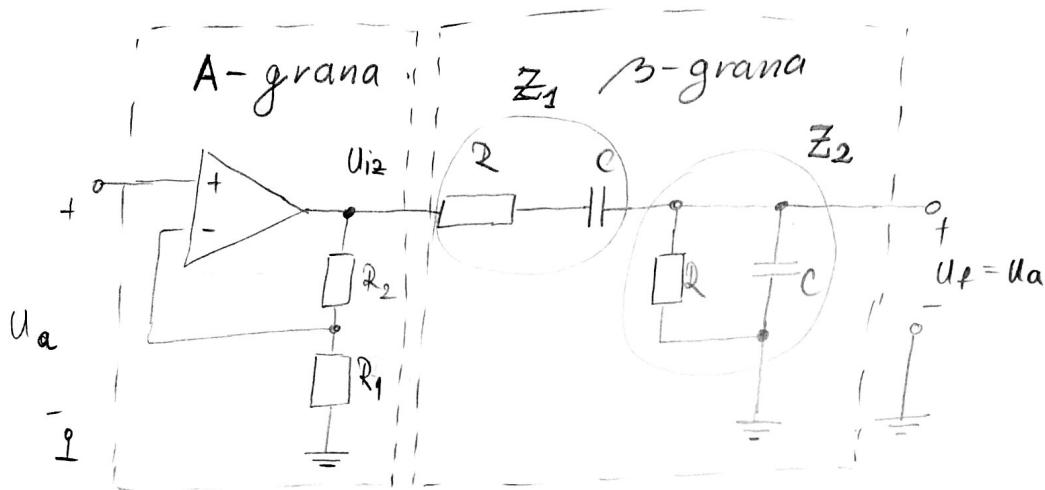
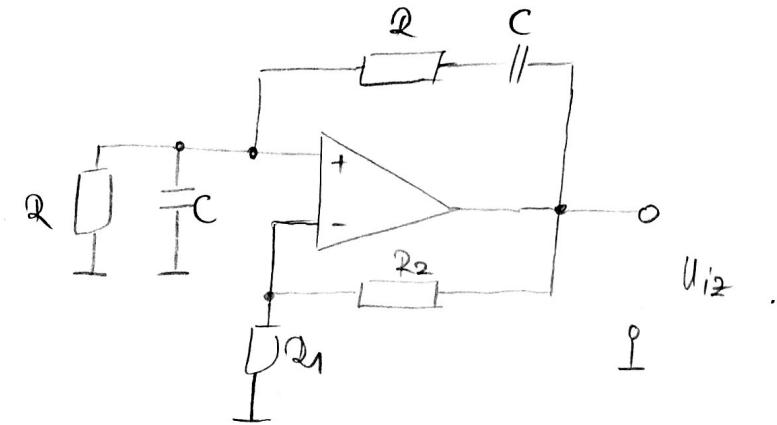
- $|T(j\omega)| < 1$
- pojačalo stabilno
 - prolaskom kroz petlju povratne veze, oscilacijskih signala će se postepeno pognusiti

- $|T(j\omega)| = 1$
- pojačalo je na rubu stabilnosti
 - trajne oscilacije jednaku ampl. i freq

- $|T(j\omega)| > 1$
- pojačalo je nestabilno
 - amplituda se konstantno povećava ($\rightarrow \infty$)

⑥ Zašto kod Barkhousena promatranu signal kada je $\arg(T(j\omega)) = 0$
Uvjet za oscilacije $X_f = x_a \Rightarrow$ moraju imati istu ampl. i fazu
 \rightarrow prolaskom kroz petlju povratne veze signal se na ulaz
mora vratiti sistem fazom i amplitudom

(7) Oscilator s Wienovim mostom



$$A_V = \frac{U_{12}}{U_a} = 1 + \frac{R_2}{R_1}$$

$$Z_1 = \left(R + \frac{1}{j\omega C} \right)$$

$$Z_2 = R \parallel \frac{1}{j\omega C} = \frac{R}{1+j\omega RC}$$

$$\beta(j\omega) = \frac{U_f}{U_{12}} = \frac{Z_2}{Z_1 + Z_2} = \dots = \frac{1}{3 + j(\omega RC - \frac{1}{\omega RC})}$$

- i_2 Barkhouseovog uvjeta
 $\arg(T(j\omega_0)) = \phi$

$$\text{Im}[\beta(j\omega)] = \phi$$

$$\omega_0 RC - \frac{1}{\omega_0 RC} = \phi$$

$$\boxed{\begin{aligned} \omega_0 &= \frac{1}{RC} \\ f_0 &= \frac{1}{2\pi RC} \end{aligned}}$$

$$\beta(j\omega_0) = \frac{1}{3}$$

- Barkhousean
 $|T(j\omega_0)| = 1$

$$A_V = \frac{1}{\beta(j\omega_0)} = 3$$

$$\boxed{R_2 = 2 \cdot R_1}$$

2log stabiliti
uzimaju malo veci
broj (2.2) t.d. temp
i sl. ne utječe na stabilitu

⑧ Koja povratna veza se koristi kod oscilatora?

Pozitivna povratna veza

(str 215)

⑨ Vrste oscilatora

(str 217 - 234)

RC-oscilatori

- Oscilator s Wienovim mostom
- Oscilator s faznim pomakom
 - ↳ stabilizacija amplitude generovanim diodama

LC-oscilatori

- Colpittsov oscilator
 - Hartleyev oscilator
 - Piercov oscilator
 - ↳ stabilizacija freq.
- Piezoelektričnim kristalom

⑩ Stabilnost Pojacića

(str 194 - 200)

- ① Pojacić s jednim polom u prijenosnoj fji } BEZUVJETNO
- ② Pojacić s dva pola u prijenosnoj fji } STABILNO
- ③ Pojacić s tri pola u prijenosnoj fji } UVJETNO STABILNO

⑪ Amplitudno i fazno osiguravaju A. O. F. O.

(str 204, 205)

A. O. Amplituda pojacića $|T(j\omega_{180})| = |T(j\omega_\pi)|$ je obrnuto proporcionalna amplitudnom osiguravaju $A. O. > \phi!$
 $\omega_\pi = \omega_{180} \dots$ kritična freq

$$A. O. = \frac{1}{|T(j\omega_\pi)|} \quad (*)$$

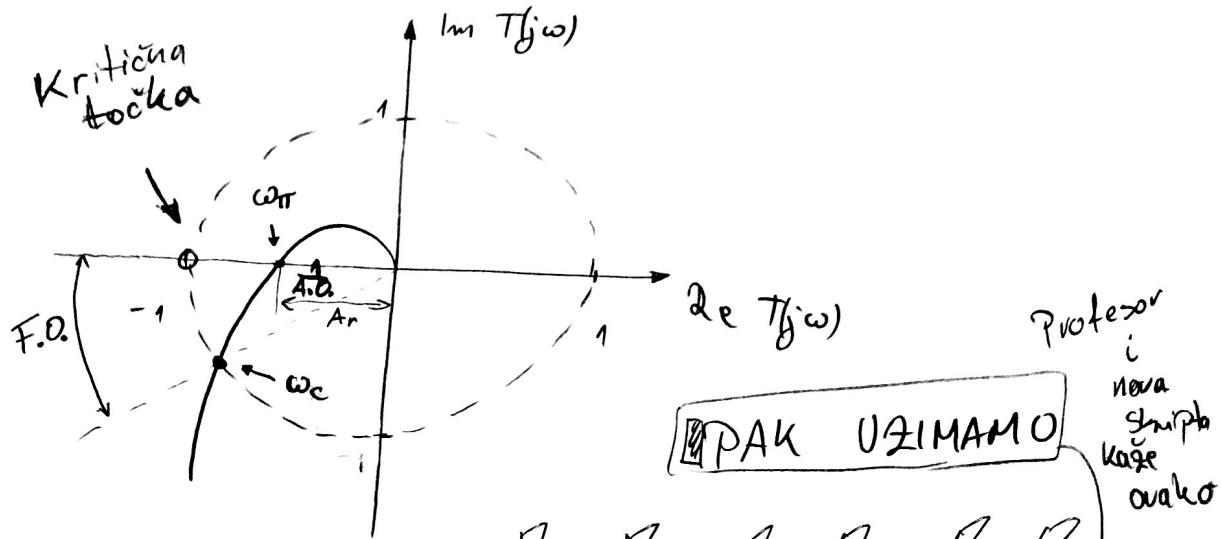
F. O. Fazni pomak između faze $\varphi(j\omega_c)$ i faze od -180°
 $\omega_c \dots$ presjecna freq.

$$|T(j\omega_c)| = 1$$

$$F. O. = 180^\circ + \varphi(j\omega_c)$$

(12) A.O. i F.O. Preko NYQUISTA

(str 205)



~~PAZI ! STARA SKRIPTA NE VRJEDI !~~

$$A.O. = |T(j\omega_\pi)|$$

→ ovako definirano amplitudno osigurava povećanje odjedecē

Veće amplitudno osigurava znaci: ~~MANJE~~ ^{OVISE} stabilan sustav!

! ! ! ! ! !

'PAK KAO na AUPR !'

$$Ar = \frac{1}{T(j\omega_\pi)}$$

! !

Protector
i
nova
skripta
kao
ovako

(13) Kada se komisti RC a kada LC oscilatorni

RC - $\approx 10 \text{ Hz}$ do 10 MHz (str 227)

LC - do nekoliko stotina MHz (str 227)

RC komistimo na nizim, a LC na visim freq.

(14) Što se dogodi s F.O. i A.O. ako makanemo R_3

Ako makanemo R_3 je manji.

Manje pojačava → STABILNIJI SUSTAV

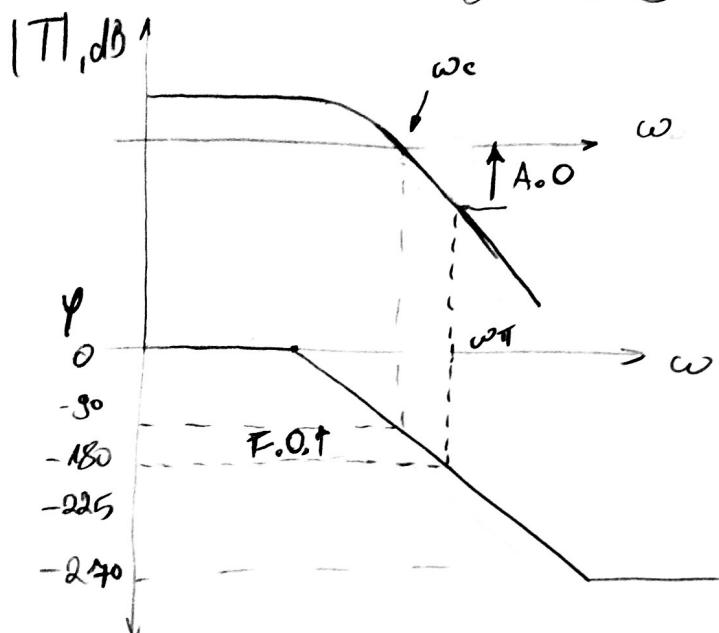
F.O. raste

A.O. raste \rightarrow glupi elektronik

$$\beta = \frac{R_3 + R_4}{R_3 + R_4 + R_2}$$

PAZI ! A.O. = $|T(j\omega_\pi)|$ → je kao A.U.P.R.

(15) Ispitivanje stabilnosti Pojacičala primjenom
Bodeovog dijagrama str 207. u dB unjedi av



$$\boxed{\text{Bode}} \quad A.O. = |T(j\omega)|_{dB}$$

A.O. (dB) $\boxed{\text{BODE}}$
↳ Amputudni pojacaj u dB

$|T(j\omega)|$ na freq. ω_{180}
na kojoj fazni pomerak
 $\arg[T(j\omega_{180})] = -180^\circ$

$|T(j\omega)|$ manje od $0 \text{ dB} \Rightarrow$ apsolutni iznos
pojacanja na freq. ω_{180} manji od 1 i Pojacičalo je
stabilno!

$\Rightarrow A.O. \rightarrow$ iznos pojacaja na freq. ω_{180}

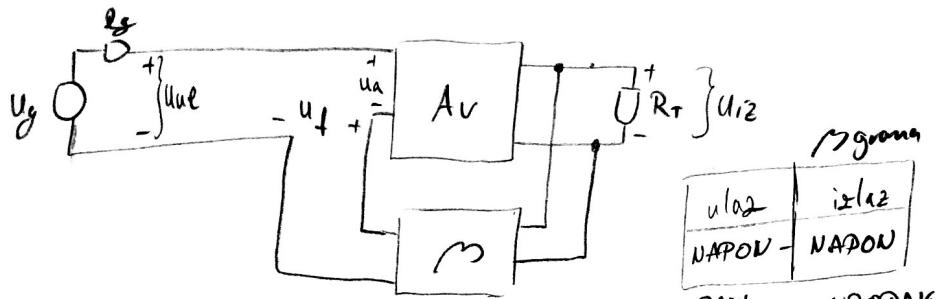
$\omega_1 = \omega_c$ - presječna freq. $\Rightarrow |T(j\omega_c)| = 0 \text{ dB} = 1$

Fazni pomerak na tog freq. $\varphi(\omega_1)$ manje je negativan
od 180° što mora biti zadovoljeno da bi Pojacičalo
bilo stabilno.

F.O. je razlika između faze na freq. ω_1 $\varphi(\omega_1)$
faze od -180°

16. Vrste povratnih veza [161 - 169 str]

I) Naponska - senijska povratna veza

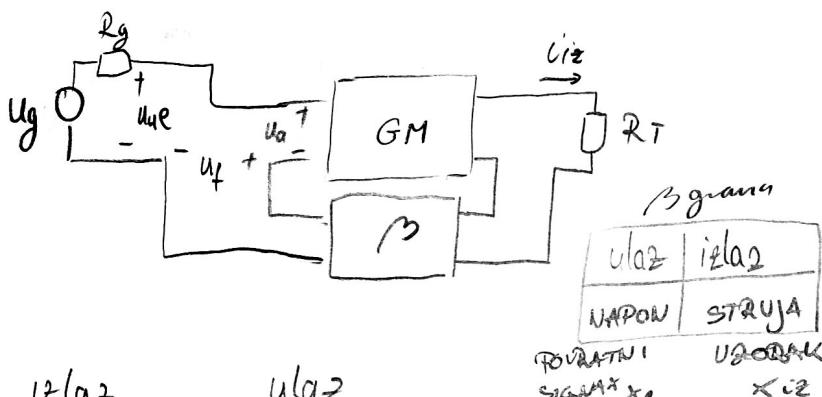


$$A_V = \frac{U_{iz}}{U_a}$$

$$\beta = \frac{U_f}{U_{iz}}$$

$$A_{Vf} = \frac{U_{iz}}{U_{in}} = \frac{A_V}{1 + \beta A_V}$$

II) Strujna - senijska povratna veza

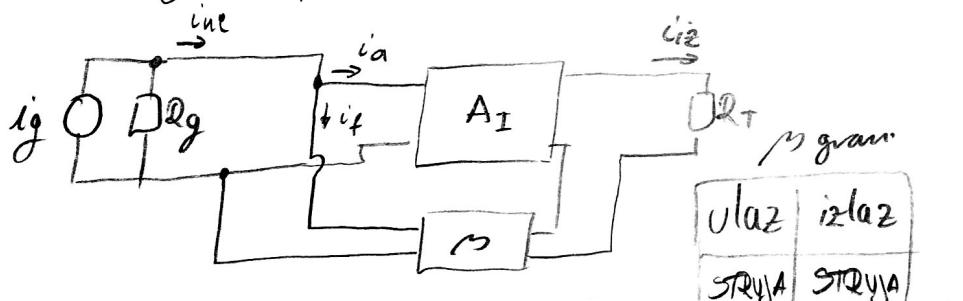


$$G_M = \frac{U_{iz}}{U_a}$$

$$\beta = \frac{U_f}{U_{iz}}$$

$$G_{Mf} = \frac{U_{iz}}{U_{in}} = \frac{G_M}{1 + \beta G_M}$$

III) Strujna - paralelna povratna veza

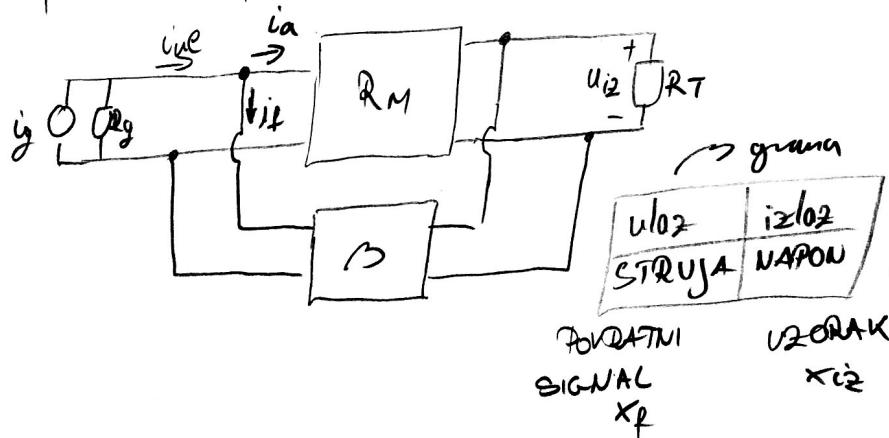


$$A_I = \frac{i_{iz}}{i_a}$$

$$\beta = \frac{i_f}{i_{iz}}$$

$$A_{If} = \frac{A_I}{1 + \beta A_I}$$

IV) Naponska - paralelna povratna veza



$$R_M = \frac{U_{iz}}{i_a}$$

$$\beta = \frac{i_f}{U_{iz}}$$

$$R_{Mf} = \frac{R_M}{1 + \beta R_M}$$