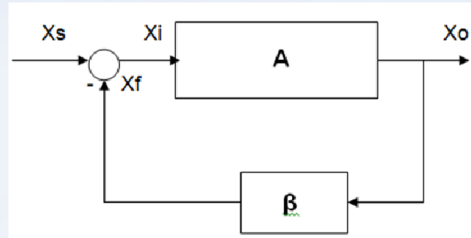


Umpan Balik

- Pengembalian sebagian output ke input
- Blok Diagram:



X_s = signal sumber X_o = signal output
 X_f = signal UB A = penguatan tanpa UB
 X_i = signal input β = faktor umpan balik

Persamaan yg di dapat: $X_i = X_s - X_f$ $X_f = \beta X_o$ $X_o = A X_i$
 $X_o = A(X_s - X_f)$ $X_o = A X_s - A \beta X_o$ $X_o(1 + \beta A) = A X_s$

Penguatan dengan umpan balik

$$A_f = X_o / X_s = A / (1 + \beta A)$$

Rumus di atas mempunyai tiga kemungkinan yaitu:

- Bila $|1 + \beta A| > 1$ maka rangkaian umpan balik menjadi umpan balik negatif
- Bila $|1 + \beta A| < 1$ maka rangkaian umpan balik menjadi umpan balik positif
- Bila $|1 + \beta A| = 0$ maka rangkaian umpan balik menjadi osilator

Kelebihan umpan balik negatif

- Pada umpan balik seri **Impedansi input** menjadi **lebih besar**
- Pada umpan balik paralel **Impedansi input** menjadi **lebih kecil**
- **Penguatan** tegangan menjadi lebih **stabil**
- **Bandwidth** semakin **lebar**
- Pada umpan balik arus **Impedansi output** **naik**
- Pada umpan balik tegangan **Impedansi output** **turun**
- **Noise** berkurang
- Operasi lebih **linier**

Model Umpan Balik

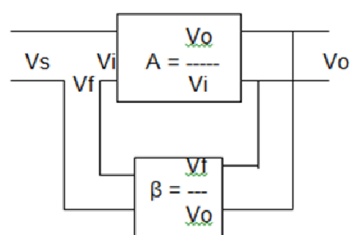
Dalam umpan balik negatif terdapat kategori jenis umpan balik yang didasarkan atas jenis besaran sinyal output yang diambil (tegangan atau arus) dan cara pengembaliannya secara (seri atau paralel). Dengan melibatkan semua kombinasi yang mungkin, maka dapat diperoleh jenis umpan balik yaitu;

1. **Umpan balik tegangan seri**
2. **Umpan balik tegangan paralel**
3. **Umpan balik arus seri**
4. **Umpan balik arus paralel**

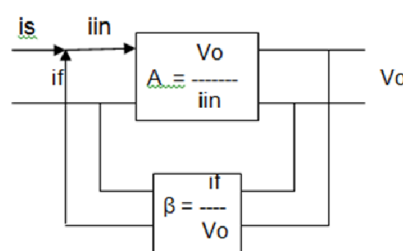
Umpan balik tegangan

Karakteristik	Tegangan Seri	Tegangan Paralel
Sinyal umpan balik (Xf)	Tegangan	Arus
Sinyal sampel	Tegangan	Tegangan
Faktor Umpan Balik (β)	$\beta = V_f/V_o$	$\beta = I_f/I_o$
Penguatan (A_v)	$A_v = V_o/V_i$	$R_M = V_o/I_i$
Penguatan (A_{vf})	$A_{vf} = A_v/(1 + \beta \cdot A_v)$	$A_{vf} = R_M/(1 + R_M)$
Impedansi (R_{if})	$R_{if} = R_i/(1 + \beta \cdot A_v)$	$R_{if} = R_i/(1 + R_M)$
Impedansi (R_{of})	$R_{of} = R_o/(1 + \beta \cdot A_v)$	$R_{of} = R_o/(1 + R_M)$

1. Umpan balik tegangan seri

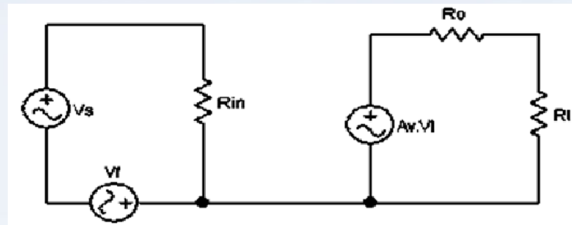


2. Umpan balik tegangan paralel



Umpan Balik Tegangan Seri

Rangkaian ekuivalen :



1. Penguatan dengan umpan balik (A_{vf})
2. Impedansi input dengan umpan balik (R_{if})
3. Impedansi output dengan umpan balik (R_{of})

$$2. \quad A_{vf} = \frac{V_o}{V_s} = \frac{AV}{1 + \beta AV}$$

$$V_i = V_s - V_f$$

$$V_f = V_o \cdot \beta$$

$$V_i = V_s - V_o \cdot \beta$$

$$V_o = AV \cdot V_i$$

$$3. \quad R_{if} = \frac{V_s}{i_{in}}$$

$$\begin{aligned} V_s &= V_i + V_f \\ &= V_i + \beta V_o \\ &= V_i + \beta AV V_i \\ &= i_{in} R_{in} (1 + \beta AV) \end{aligned}$$

$$R_{if} = \frac{V_s}{i_{in}} = R_{in}(1 + \beta AV)$$

$$4. \quad R_{of} = V_o / I_o$$

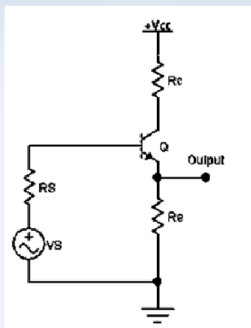
$$I_o = (V_o - AV V_i) / R_o$$

*Asumsikan $V_s = 0$

$$I_o = (V_o (1 + AV \beta)) / R_o$$

$$R_{of} = R_o / (1 + AV \beta)$$

Rangkaian umpan balik tegangan seri

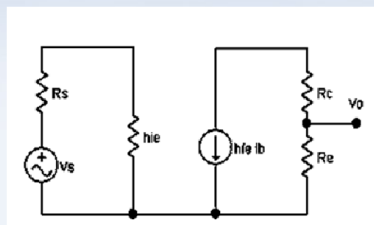


$$AV = V_o / V_i$$

$$V_o = h_{fe} \cdot i_b \cdot R_e$$

$$V_i = i_b \cdot R_{in} = i_b (R_s + h_{ie})$$

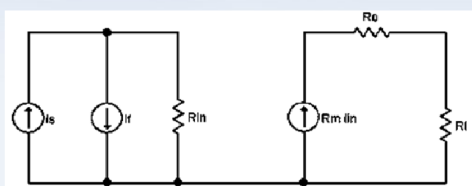
$$AV = \frac{h_{fe} \cdot i_b \cdot R_e}{i_b (R_s + h_{ie})} = \frac{h_{fe} \cdot R_e}{R_s + h_{ie}}$$



Penguatan dengan umpan balik
 $A_{vf} = AV / (1 + \beta AV)$
 Impedansi input dengan umpan balik
 $R_{if} = R_{in} (1 + \beta AV)$
 $R_{in} = R_s + h_{ie}$
 Impedansi output dengan umpan balik
 $R_{of} = R_o / (1 + \beta AV)$
 Diasumsikan nilai $V_o = V_f$

Umpan Balik Tegangan Paralel

Rangkaian ekuivalen :



Penguatan tanpa umpan balik (R_M / Penguatan Transresistans)

$$R_M = V_o / i_{in}$$

$$V_o = (R_o / (R_o + R_L)) \cdot R_M i_{in}$$

$$R_M = ((R_o / (R_o + R_L)) \cdot R_M i_{in}) / i_{in}$$

$$R_M = (R_o / (R_o + R_L)) \cdot R_M$$

Penguatan dengan umpan balik (R_{Mf})

$$R_{Mf} = V_o / I_s$$

$$V_o = R_M i_{in}$$

$$I_s = I_f + I_{in} \quad * I_f = \beta R_M i_{in}$$

$$I_s = (\beta R_M i_{in}) + I_{in}$$

$$= i_{in} (1 + \beta R_M)$$

$$R_{Mf} = R_M i_{in} / (i_{in} (1 + \beta R_M))$$

Impedansi input dengan umpan balik (Rif)

$R_{if} = V_i / I_s$
 $V_i = I_{in} \cdot R_{in}$
 $R_{if} = R_{in} \cdot R_{in} / R_{in} (1 + \beta R_m)$
 $= R_{in} / (1 + \beta R_m)$

Impedansi output dengan umpan balik (Rof)

$R_{of} = V_o / I_o$
 $I_o = (V_o - R_m \cdot I_{in}) / R_o$
 $I_{in} = I_s - I_f \quad * I_s = 0$
 $I_{in} = -I_f = -\beta V_o$
 $I_o = V_o - (R_m - \beta V_o) / R_o = V_o + R_m \beta V_o / R_o$
 $= (V_o (1 + R_m \beta)) / R_o$
 $R_{of} = R_o / (1 + R_m \beta)$

Penguatan tegangan dalam DB

$A_v (db) = 20 \log V_o / V_i$

Rangkaian umpan balik tegangan paralel

Penguatan transresistansi tanpa umpan balik (RM)

$$R_M = V_o / i_{in}$$

$$V_o = i_o \cdot R = -h_{fe} \cdot i_b \cdot R_f // R_c$$

$$i_b / i_{in} = R_f // R_s / (h_{ie} + R_f // R_s)$$

$$i_{in} / i_b = (h_{ie} + R_f // R_s) / R_f // R_s$$

$$i_{in} = ((h_{ie} + R_f // R_s) / R_f // R_s) \cdot i_b$$

$$\begin{aligned} R_M &= (-h_{fe} \cdot i_b \cdot R_f // R_c) / (((h_{ie} + R_f) / h_{ie}) \cdot i_b) \\ &= (-h_{fe} \cdot R_f // R_c \cdot R_f // R_s) / (h_{ie} + R_f // R_s) \end{aligned}$$

Penguatan dengan feedback (RMf)

$$R_{Mf} = R_M / (1 + \beta R_M)$$

$$\beta = 1/R_f$$

Impedansi input dengan umpan balik (Rif)

$$R_{if} = R_{in} / (1 + \beta R_M)$$

$$R_{in} = R_s // R_f // h_{ie}$$

Impedansi output dengan umpan balik (Rof)

$$R_{of} = R_o / (1 + R_M \beta)$$

Pertemuan 2

Umpan Balik Arus

MK. Elektronika Analog 2

Bekti Wulandari, S.Pd.T., M.Pd.

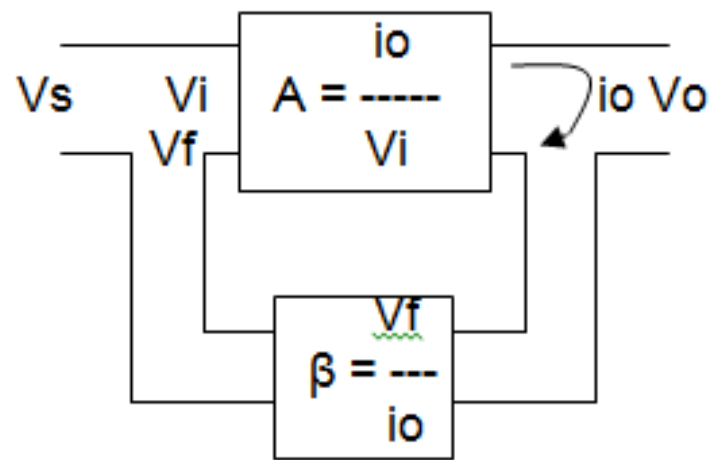
PTE KELAS A

2017

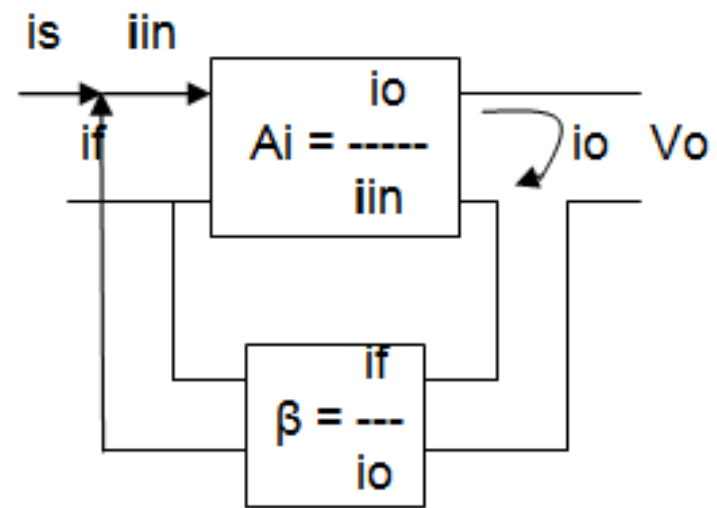


Topologi	Arus Seri	Arus Paralel
Signal Umpan balik	Tegangan	Arus
Signal Output	Arus	Arus
$\beta = X_f/X_o$	V_f/I_o	I_f/I_o
$A = X_o/X_i$	$GM = I_o/V_i$	$AI = I_o/I_{in}$
A_f	$GM/(1 + \beta GM)$	$AI/(1 + \beta AI)$
R_{if}	$R_i(1 + \beta GM)$	$R_i/(1 + \beta AI)$
R_{of}	$R_o(1 + \beta G_m)$	$R_o(1 + \beta A_i)$

1. Umpan balik arus seri

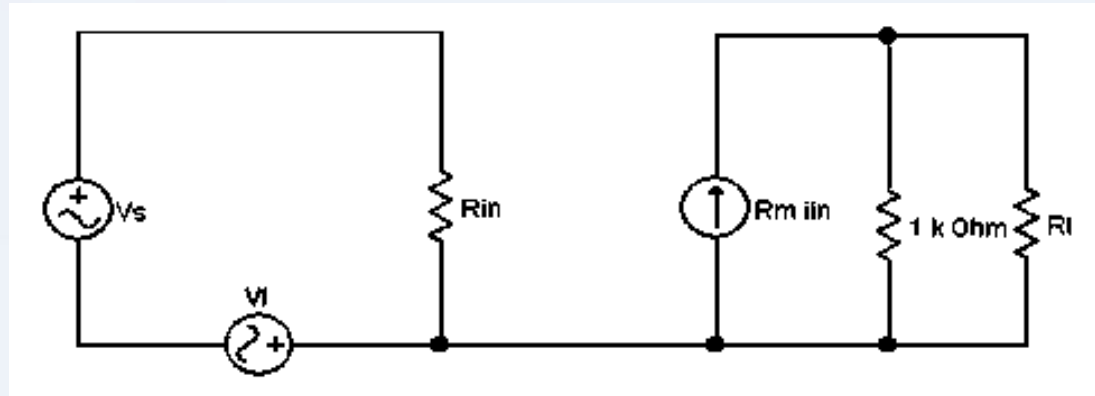


2. Umpan balik arus paralel



1. Umpan balik Arus Seri

Penguat umpan balik arus seri merupakan jenis penguat dimana arus keluarannya dijadikan masukan umpan balik dan antara umpan balik dengan masukan disusun secara seri.



Penguatan tanpa umpan balik

$$GM = I_o / V_{in}$$

$$I_o = G_m \cdot V_{in} \cdot R_o / (R_o + R_L)$$

$$GM = G_m \cdot R_o / (R_o + R_L)$$

Penguatan dengan umpan balik (GMf)

$$GMf = I_o / V_s$$

$$I_o = GM \cdot V_i \quad *GM = I_o / V_i$$

$$V_i = V_s - V_f$$

$$= V_s - \beta I_o$$

$$= V_s - \beta \cdot GM \cdot V_i$$

$$V_s = V_i + \beta \cdot GM \cdot V_i$$

$$= V_i (1 + \beta \cdot GM)$$

$$GMf = I_o / V_s = GM \cdot V_i / V_i (1 + \beta \cdot GM)$$

$$= GM / (1 + \beta \cdot GM)$$

Impedansi input dengan umpan balik (R_{if})

$$R_{if} = V_s / i_{in}$$

$$V_s = V_i + V_f$$

$$= V_i + \beta I_o$$

$$= V_i + \beta G_M V_i$$

$$= V_i (1 + \beta G_M)$$

$$i_{in} = V_{in} / R_{in}$$

$$R_{if} = V_s / i_{in} = R_{in} (1 + \beta G_M)$$

Impedansi output dengan umpan balik (R_{of})

$$R_{of} = V_o / I_o$$

$$I_o = (V/R_o) - G_m \cdot V_{in}$$

$$V_{in} = -V_f = -\beta I_o \quad * I_o = -1$$

$$= \beta I_o$$

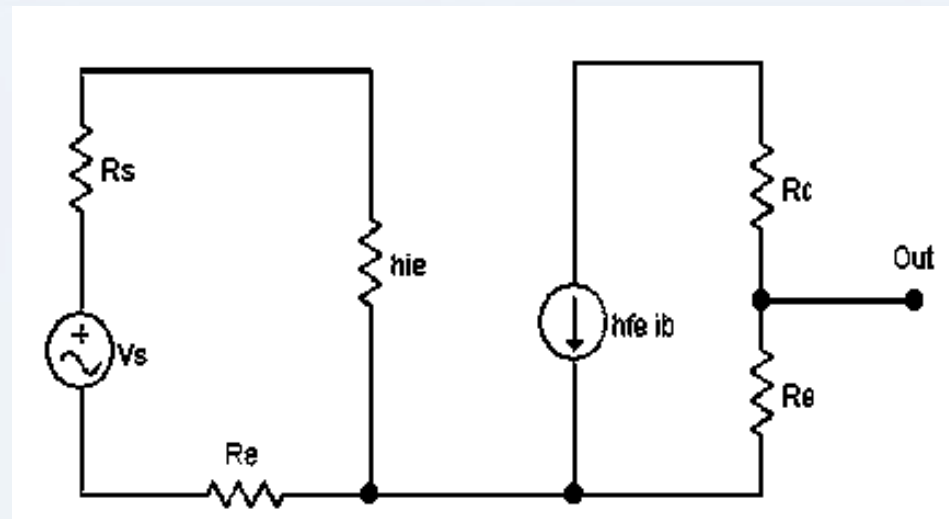
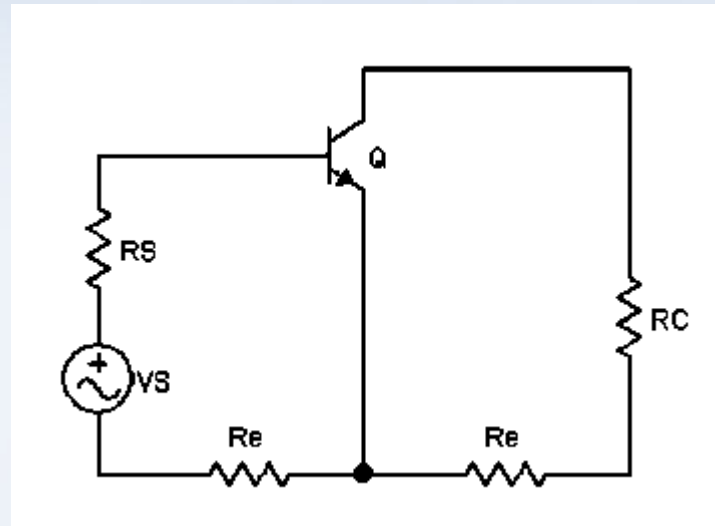
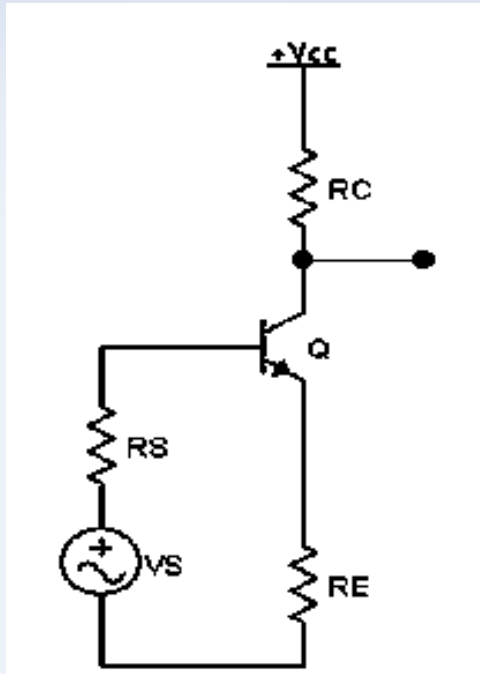
$$I_o = \frac{V}{R_o} - G_m \cdot \beta I_o$$

$$\frac{V}{R_o} = I + G_m \cdot \beta I_o$$

$$\frac{V}{R_o} = I(1 + G_m \cdot \beta)$$

$$\frac{V}{I} = \mathbf{R_o (1 + G_m \cdot \beta)}$$

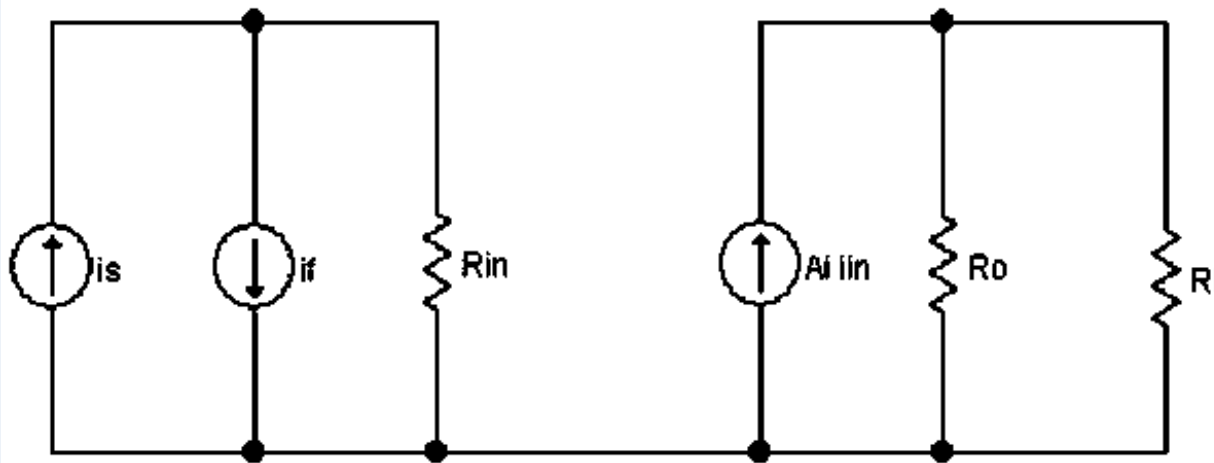
Common emitter configuration with unbypassed R_e



1. Identify topology

2. Umpan Balik Arus Paralel

Penguat umpan balik arus paralel merupakan jenis penguat dimana arus keluarannya dijadikan masukan umpan balik dan antara umpan balik dengan masukan disusun secara paralel.



Penguatan tanpa umpan balik (A_I) = I_o / I_{in}

$$I_o = \frac{(A_i \cdot I_{in} \cdot R_o)}{(R_o + R_L)}$$

$$A_I = \frac{(A_i \cdot R_o)}{(R_o + R_L)}$$

Penguatan dengan umpan balik (A_{lf})

$$A_{lf} = \frac{I_o}{I_s}$$

$$I_s = I_{in} + I_f \\ = I_{in} + \beta I_o$$

$$I_o = \frac{(A_i \cdot I_{in} \cdot R_o)}{(R_o + R_l)} = A_l \cdot I_{in} \quad * \text{lihat persamaan } A_l \text{ sebelumnya}$$

$$I_s = I_{in} + \beta A_l I_{in} \\ = I_{in} (1 + \beta A_l)$$

$$A_{lf} = \frac{I_o}{I_s} = \frac{A_l \cdot I_{in}}{I_{in}(1 + \beta A_l)} = \frac{A_l}{1 + \beta A_l}$$

Impedansi input dengan umpan balik (R_{if})

$$R_{if} = \frac{V_i}{I_s}$$

$$I_s = I_{in} (1 + \beta A|)$$

$$V_{in} = R_{in} \cdot I_{in}$$

$$R_{if} = \frac{V_i}{I_s} = \frac{R_{in} \cdot I_{in}}{I_{in} (1 + \beta A|)} = \frac{R_{in}}{(1 + \beta A|)}$$

Impedansi output dengan umpan balik (R_{of})

$$R_{of} = V/I$$

$$I_o = (V/R_o) - A_i \cdot \beta I_o$$

$$\frac{V}{R_o} = I + A_i \cdot \beta I_o$$

$$\frac{V}{R_o} = I(1 + A_i \cdot \beta)$$

$$\frac{V}{I} = \mathbf{R_o (1 + A_i \cdot \beta)}$$



Analisis Rangkaian

- Mengidentifikasi model umpan balik
 - Xf : signal umpan balik arus atau umpan balik tegangan
 - Xo : signal output yang diumpan balikkan arus atau tegangan
- Menentukan rangkaian tanpa umpan balik
 - a. loop input
 - Untuk umpan balik tegangan $V_o = 0$
 - Untuk umpan balik arus $i_o = 0$
 - b. loop output
 - Untuk signal umpan balik (xf) arus $V_{in} = 0$
 - Untuk signal umpan balik (xf) tegangan $i_{in} = 0$
- Menentukan faktor umpan balik (β)
- Menentukan penguatan tanpa umpan balik A : AV, AI, GM, atau RM