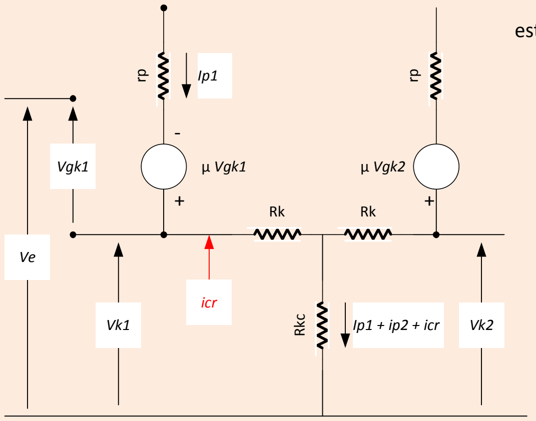
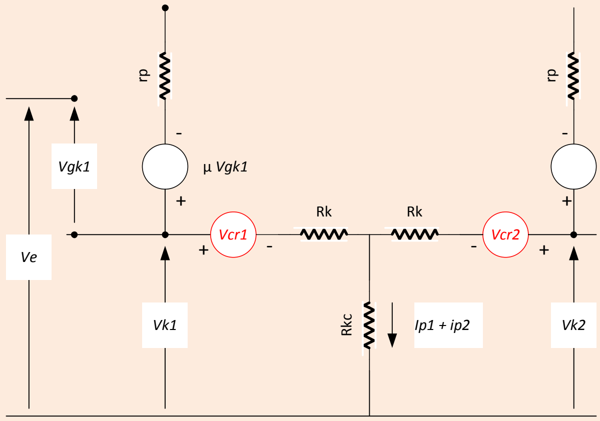
Introduction CR



est équivalent à



$Vk1$ = Rk ($ip1 + icr$) + Rkc ($ip1 + ip2 + icr$)
$Vk2$ = Rk . $ip1$ + Rkc ($ip1 + ip2 + icr$)

$Vk1 = Vcr1$ + Rk $ip1$ + Rkc ($ip1 + ip2$)
$Vk2 = Vcr2$ + Rk $ip1$ + Rkc ($ip1 + ip2$)

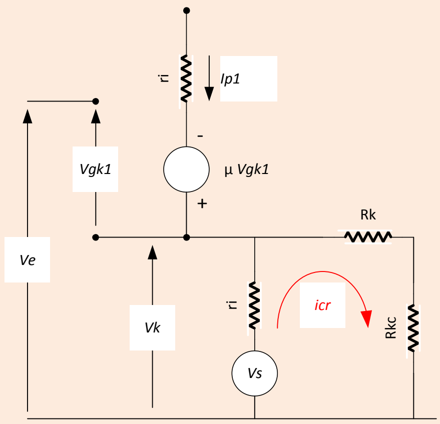
On écrit que les tensions Vk1 et Vk2 doivent être identiques sur les 2 schémas

Rk ($ip1 + icr$) + Rkc ($ip1 + ip2 + icr$) = $Vcr1$ + Rk $ip1$ + Rkc ($ip1 + ip2$)
Rk $ip1$ + Rkc ($ip1 + ip2 + icr$) = $Vcr2$ + Rk $ip1$ + Rkc ($ip1 + ip2$)

Qui se réduit à :

Rk icr + Rkc icr = $Vcr1$
Rkc icr = $Vcr2$

$Vcr1$ = (Rk + Rkc) icr
$Vcr2$ = Rkc icr



Par ailleurs :

$$icr = \frac{Vs}{Rcr + Rk + Rkc} = \frac{Gbf\ Ve}{Rcr + Rk + Rkc}$$

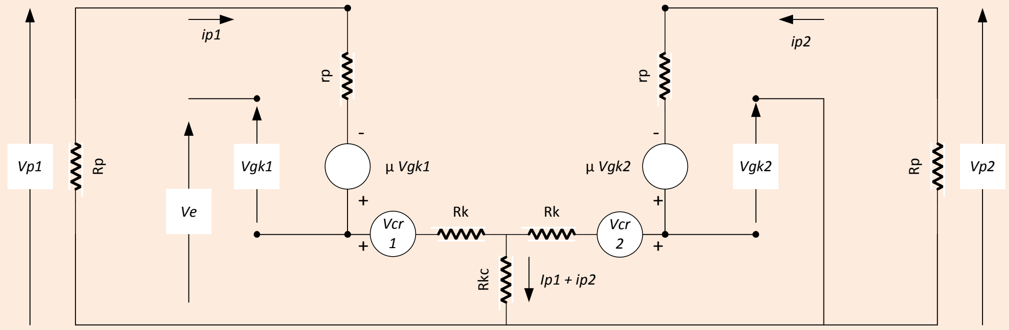
$$\boxed{Vcr1 = Vs\ \frac{Rk + Rkc}{Rcr + Rk + Rkc} = \frac{Rk + Rkc}{Rcr + Rk + Rkc}\ Gbf\ Ve = \beta_1\ Gbf\ Ve}$$

$$\boxed{Vcr2 = Vs\ \frac{Rkc}{Rcr + Rk + Rkc} = \frac{Rkc}{Rcr + Rk + Rkc}\ Gbf\ Ve = \beta_2\ Gbf\ Ve}$$

$$\boxed{Vcr2 = Vcr1\ \frac{Rkc}{Rk + Rkc}} \qquad \boxed{Vcr1 = Vcr2\ \frac{Rk + Rkc}{Rkc}}$$

Loyez avec CR - 1

Rp1 = Rp2 = Rp



Pour la triode Gauche, on a 2 mailles, donc 2 relations

Maille 1 : $Vgk1 = Ve - Vcr1 - Rk.ip1 - Rkc(ip1 + ip2)$

Maille 2 $0 = Rkc(ip1 + ip2) + Rk.ip1 - \mu Vgk1 + Vcr1 + (rp + Rp).ip1$

Pour la triode droite, on a 2 mailles, donc 2 relations

Maille 1 : $Vgk2 = - Vcr2 - Rk.ip2 - Rkc(ip1 + ip2)$

Maille 2 $0 = Rkc(ip1 + ip2) + Rk.ip2 - \mu Vgk2 + Vcr2 + (rp + Rp).ip1$

On cherche *Vp1 et Vp2,* fonction de *Ve*, donc *ip1 et ip2* fonction de *Ve* (car *Vp* = - Rp.*ip*)

Principe : prendre la maille 2 et remplacer *Vgk* par *Vgk* extrait de la maille 1

$$Rkc(ip1+ip2) + Rk.ip1 - \mu [Ve - Vcr1 - Rk\, ip1 - Rkc(ip1+ip2)] + Vcr1 + (rp + Rp) ip1 = 0$$

$$Rkc(ip1 + ip2) + Rk.ip2 - \mu [- Vcr2 - Rk\, ip2 - Rkc(ip1 + ip2)] + Vcr2 + (rp + Rp) ip2 = 0$$

$$(1 + \mu) Rkc(ip1+ip2) - \mu Ve + (1 + \mu) Vcr1 + (rp + Rp + (1 + \mu) Rk) ip1 = 0$$

$$(1 + \mu) Rkc(ip1 + ip2) + (1 + \mu) Vcr2 + (rp + Rp + (1 + \mu) Rk) ip2 = 0$$

Afin d'alléger les écritures on fait 1 + µ # µ

$$\mu Rkc(ip1+ip2) - \mu Ve + \mu Vcr1 + (rp + Rp + \mu Rk) ip1 = 0 \qquad (1) \qquad \mu Rkc(ip1 + ip2) + \mu Vcr2 + (rp + Rp + \mu Rk) ip2 = 0$$

On extrait *ip1* et *ip2*

$$ip1 = \frac{\mu Ve - \mu Vcr1 - \mu Rkc(ip1 + ip2)}{rp + Rp + \mu Rk} \qquad ip2 = \frac{- \mu Vcr2 - \mu Rkc(ip1 + ip2)}{rp + Rp + \mu Rk}$$

Il faut éliminer *ip1 + ip2* - on reprend les 2 relations (1) que l'on addtionne :

$$(rp + Rp + \mu Rk + 2 \mu Rkc)(ip1+ip2) - \mu Ve + \mu Vcr1 + \mu Vcr2 = 0$$

$$ip1 + ip2 = \frac{\mu Ve - \mu (Vcr1 + Vcr2)}{rp + Rp + \mu Rk + 2 \mu Rkc}$$

Alors

$$ip1 = \frac{\mu Ve - \mu Vcr1 - \mu Rkc[(\mu Ve - \mu (Vcr1 + Vcr2)) / (rp + Rp + \mu Rk + 2 \mu Rkc)]}{rp + Rp + \mu Rk}$$

$$ip2 = \frac{- \mu Vcr2 - \mu Rkc[(\mu Ve - \mu (Vcr1 + Vcr2)) / (rp + Rp + \mu Rk + 2 \mu Rkc)]}{rp + Rp + \mu Rk}$$

$$ip1 = \frac{\mu Ve - \mu Vcr1}{(rp + Rp + \mu Rk)} - \frac{\mu Rkc(\mu Ve - \mu (Vcr1 + Vcr2))}{(rp + Rp + \mu Rk)(rp + Rp + \mu Rk + \mu 2 Rkc)} \qquad ip2 = \frac{- \mu Vcr2}{(rp + Rp + \mu Rk)} - \frac{\mu Rkc(\mu Ve - \mu (Vcr1 + Vcr2))}{(rp + Rp + \mu Rk)(rp + Rp + \mu Rk + \mu 2 Rkc)}$$

$$ip1 = \frac{\mu Ve(1 - \beta_1 Gbf)}{(rp + Rp + \mu Rk)} - \frac{\mu Rkc . \mu Ve(1 - (\beta_1 + \beta_2) Gbf)}{(rp + Rp + \mu Rk)(rp + Rp + \mu Rk + \mu 2 Rkc)} \qquad ip2 = \frac{- \mu Ve \beta_2 Gbf}{(rp + Rp + \mu Rk)} - \frac{\mu Rkc . \mu Ve(1 - (\beta_1 + \beta_2) Gbf)}{(rp + Rp + \mu Rk)(rp + Rp + \mu Rk + \mu 2 Rkc)}$$

Loyez avec CR - 2

$$ip1 = \frac{\mu Ve\,(1-\beta_1\,Gbf)}{(rp + Rp + \mu\,Rk)} - \frac{\mu\,Rkc\,.\,\mu\,Ve\,(1-(\beta_1+\beta_2)Gbf)}{(rp + Rp + \mu\,Rk)\;(rp + Rp + \mu\,Rk + \mu\,2\,Rkc)}$$

$$ip2 = \frac{-\,\mu Ve\,\beta_2\,Gbf}{(rp + Rp + \mu\,Rk)} - \frac{\mu\,Rkc\,.\,\mu\,Ve\,(1-(\beta_1+\beta_2)Gbf)}{(rp + Rp + \mu\,Rk)\;(rp + Rp + \mu\,Rk + \mu\,2\,Rkc)}$$

$$\frac{Vp1}{Ve} = -\frac{\mu\,Rp\,(1-\beta_1\,Gbf)}{(rp + Rp + \mu\,Rk)} + \frac{\mu\,Rkc\,.\,\mu\,Rp\,(1-(\beta_1+\beta_2)Gbf)}{(rp + Rp + \mu\,Rk)\;(rp + Rp + \mu\,Rk + \mu\,2\,Rkc)}$$

$$\frac{Vp2}{Ve} = \frac{\mu\,Rp\,\beta_2\,Gbf}{(rp + Rp + \mu\,Rk)} + \frac{\mu\,Rkc\,.\,\mu\,Rp\,(1-(\beta_1+\beta_2)Gbf)}{(rp + Rp + \mu\,Rk)\;(rp + Rp + \mu\,Rk + \mu\,2\,Rkc)}$$

En ré-introduisant μ+1 au lieu de μ :

$$\frac{Vp1}{Ve} = -\frac{\mu\,Rp\,(1-\beta_1\,Gbf)}{(rp + Rp + (1+\mu)Rk)} + \frac{(1+\mu)\,Rkc\,.\,\mu\,Rp\,(1-(\beta_1+\beta_2)Gbf)}{(rp + Rp + (1+\mu)Rk)\;(rp + Rp + (1+\mu)Rk + (1+\mu)2\,Rkc)}$$

$$\frac{Vp2}{Ve} = \frac{\mu\,Rp\,\beta_2\,Gbf}{(rp + Rp + (1+\mu)Rk)} + \frac{(1+\mu)\,Rkc\,.\,\mu\,Rp\,(1-(\beta_1+\beta_2)Gbf)}{(rp + Rp + (1+\mu)\,Rk)\;(rp + Rp + (1+\mu)\,Rk + (1+\mu)2\,Rkc)}$$

$$\beta_1 = \frac{Rk + Rkc}{Rcr + Rk + Rkc} \qquad \beta_2 = \frac{Rkc}{Rcr + Rk + Rkc}$$

L'égalité des gains implique que :

$$-\frac{\mu\,Rp\,(1-\beta_1\,Gbf)}{(rp + Rp + (1+\mu)Rk)} = \frac{\mu\,Rp\,\beta_2\,Gbf}{(rp + Rp + (1+\mu)Rk)} \quad \text{soit } 1-\beta_1\,Gbf = \beta_2\,Gbf \;\Leftrightarrow\; Gbf\,(\beta_1+\beta_2) = 1 \;\Leftrightarrow\; Gbf = \frac{Rcr + Rkc + Rk}{2\,Rkc + Rk}$$

D'où la valeur de Rcr pour obtenir l'égalité des amplitudes en sortie du déphaseur : $Rcr = (2\,Gbf - 1)\,Rkc + (Gbf - 1)\,Rk$

Identique à celle donnée par Loyez dans son brevet de 1956

Le gain de chaque triode du déphaseur est alors :

$$\frac{Vp1}{Ve} = -\frac{\mu\,Rp\,(1-\beta_1\,Gbf)}{rp + Rp + (1+\mu)Rk} = -\frac{\mu\,Rp\;\beta_2\,Gbf}{rp + Rp + (1+\mu)Rk} = -\frac{Vp2}{Ve} = -\frac{\mu\,Rp}{rp + Rp + (1+\mu)Rk}\,.\,\frac{Rkc}{(2\,Rkc + Rk)}$$

identique à celle donnée par Loyez dans son brevet

Hors CR, on a :

$$\frac{Vp1}{Ve} = -\frac{\mu\,Rp}{(rp + Rp + (1+\mu)\,Rk)} + \frac{(1+\mu)\,Rkc\,.\,\mu\,Rp}{(rp + Rp + (1+\mu)\,Rk)\;(rp + Rp + (1+\mu)\,Rk + (1+\mu)\,2\,Rkc)}$$

$$\frac{Vp2}{Ve} = \frac{0}{(rp + Rp + (1+\mu)Rk)} + \frac{(1+\mu)\,Rkc\,.\,\mu\,Rp}{(rp + Rp + (1+\mu)\,Rk)\;(rp + Rp + (1+\mu)\,Rk + (1+\mu)\,2\,Rkc)}$$