

تکنیک‌های پایدارسازی تقویت کننده:

۱- استفاده از فیدبک

۲- استفاده از بارنداری

نکته: عامل اصلی ناپایداری یک تقویت کننده، میرفیدبکی است که توسط عناصر مدل شده Y_r ، در ترانزیستور به وجود آمده است.

- روش فیدبکی: برای سس فیدبک لینویل، اثری از در مدار Y_r یا Y_f مفروضه پایدار می شود ولی عملی نمی باشد. برای از بین بردن اثر آن یک سلف را بصورت فیدبک به آن اضافه می کنیم



$$Y_c = Y_f + Y_t = \begin{bmatrix} Y_{it} + Y_{if} & Y_{rt} + Y_{rf} \\ Y_{ft} + Y_{ff} & Y_{ot} + Y_{of} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Y_{ic} & Y_{rc} \\ Y_{fc} & Y_{oc} \end{bmatrix}$$

$Y_{rt} = g_{rt} + j b_{rt} \Rightarrow Y_{rf} = -j b_{rt} \Rightarrow$ سلف یک سلف می باشد

نکته: در BJT, FET

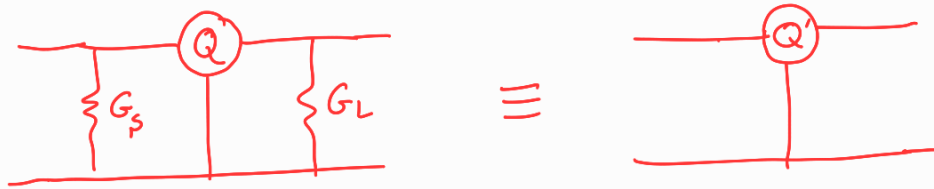
$$Y_c = Y_f + Y_t = \begin{bmatrix} Y_{it} & Y_{rt} \\ Y_{ft} & Y_{ot} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Y_f & -Y_f \\ -Y_f & Y_f \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Y_{ic} & Y_{rc} \\ Y_{fc} & Y_{oc} \end{bmatrix}$$

$Y_{rc} = 0 \Rightarrow Y_{rt} - Y_f = 0 = -j \omega C_\mu - Y_f = 0 \Rightarrow Y_f = -j \omega C_\mu = \frac{-j}{\omega L} \Rightarrow L = \frac{1}{C_\mu \omega^2}$

معایب: در فرکانسهای پایین، مقدار سلف خیلی بزرگ می شود درم اندک در بازه محدودی از فرکانسها کار خواهد کرد.

- روش بارنداری:

یکی از دلایل ناپایداری، بهره بالای آمپلیفایر می‌تواند باعث صرفه‌ی بهره‌ی بیش از حد باشد.



$$Y_c = \begin{bmatrix} Y_i + G_p & Y_r \\ Y_f & Y_o + G_L \end{bmatrix} \Rightarrow K = \frac{2(g_i + G_p)(g_o + G_L)}{|Y_f Y_r| + \text{Re}(Y_f Y_r)}$$

در عمل باید $4 \leq K \leq 10$ قرار گیرد.

۱- تقویت کننده‌های بهره بالا (HGA):

۲- انواع بهره در تقویت کننده‌ها:

۱- بهره توان کاری: نسبت توان تحویل داده شده به بار به توان ورودی به مقعده فعال.

$$G_p = \frac{P_o}{P_i} = \frac{\frac{1}{2} |V_2|^2 G_L}{\frac{1}{2} |V_1|^2 G_{in}} = \left| \frac{Y_f}{Y_o + Y_L} \right|^2 \frac{G_L}{G_{in}}$$

۲- بهره توان انتقالی: نسبت توان تحویل داده شده به بار به توان قابل دسترس از منبع.

$$G_t = \frac{P_o}{P_{av}} = \frac{\frac{1}{2} G_L |V_2|^2}{\frac{|I_s|^2}{8G_s}} = 4G_s G_L \frac{|V_2|^2}{|I_s|^2} = \frac{4G_s G_L |Y_f|^2}{|(Y_i + Y_s)(Y_o + Y_L) - Y_f Y_r|^2}$$

معمولاً در طراحی تقویت کننده‌ها از این بهره استفاده می‌کنیم.

۳- بهره توان قابل دسترس: نسبت توان قابل دسترس در خروجی به توان قابل دسترس منبع.

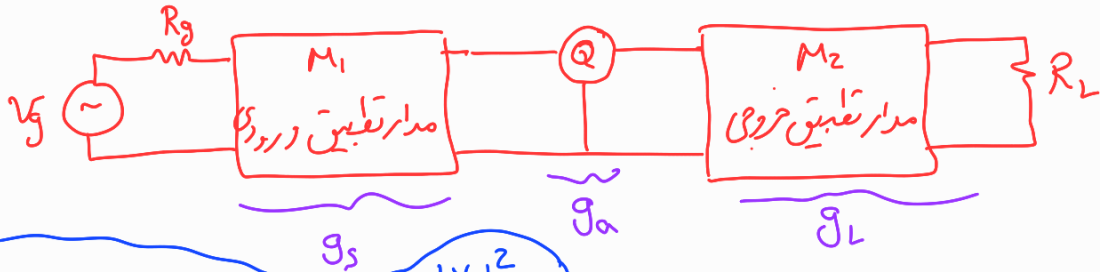
$$G_{av} = G_t \bigg|_{Y_L = Y_{out}^*} = \frac{G_s |Y_f|^2}{\text{Re} \{ Y_o (Y_i + Y_s)(Y_i + Y_s)^* - Y_f Y_r (Y_i + Y_s)^* \}}$$

این بهره معمولاً در محاسبات نویزی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

بهره توان انتقالی یک طرفه:

تقویت کننده زنجان یکطرفه می‌شود که Y_r به نوعی صفر می‌شود داریم:

$$G_{tu} = G_t \Big|_{y_r=0} = \frac{2G_s}{|y_i + y_s|^2} \cdot \underbrace{|y_f|^2}_{\text{درودی}} \cdot \frac{2G_L}{|y_o + y_L|^2} = \underbrace{g_s}_{\text{تغویت کننده}} \cdot \underbrace{g_a}_{\text{تغویت کننده}} \cdot \underbrace{g_L}_{\text{خروجی}}$$



$$G_{t_{u \max}} = G_{tu} \Big|_{\substack{y_i = y_s^* \\ y_o = y_L^*}} = \frac{|y_f|^2}{4g_i g_o}$$

ماکزیم میوه توان انتقالی
یک طرفه :

الگوریتم طراحی تقویت کننده های بهره بالا :

در این گام انتخاب ترانزیستور مورد نظر بر حسب نیازهای مسئله و اندازه گیری پارامترهای اریستاسی آن می باشد.

گام بعد وضعیت پایداری آن چک شود. مقادیر g_s و g_L محاسبه شود.

- تقویت کننده مطلقاً پایدار : در این حالت مقادیر g_s و g_L را برای رسیدن به حداکثر توان $G_{t_{\max}}$ محاسبه می کنیم.

- تقویت کننده پایدار مشروط : در این حالت با استفاده از یک فیدبک مناسب تقویت کننده را بیطرف می کنیم.
در پس مقادیر g_s و g_L را می یابیم.

- طراحی تقویت کننده های مطلقاً پایدار :

- تقویت کننده یک طرفه :

$$y_{in} \Big|_{y_r=0} = y_i \quad , \quad y_{out} \Big|_{y_r=0} = y_o$$

$$\Rightarrow G_{tu} = G_t \Big|_{y_r=0} = g_s \cdot g_a \cdot g_L$$

الگوریتم بهره خاص G مد نظر باشد و چون g_a معلوم می باشد پس می توان مقادیر g_s و g_L را به طور دلخواه تعیین کرد.

$$g_{s \max} = \frac{1}{2g_i} \quad , \quad g_{L \max} = \frac{1}{2g_o}$$

- تقویت کننده غیردب طرفه:

$$G_{tmax} = \frac{|Y_f|^2}{\sqrt{(2g_i g_o - \text{Re}(Y_f Y_r))^2 - |Y_f Y_r|^2} + 2g_i g_o - \text{Re}(Y_f Y_r)}$$

طراحی تقویت کننده های با پایداری شروط:

- طراحی به یک بارگذاری و بارفرض مشخص بودن مقدار G_i :

بارفرض مشخص بودن G_i و مقدار مناسب k (ضریب استرن) می توان محدوده G_L را تعیین کرد.
با استفاده از الگوریتم زیر:

۱- مقدار اولیه $B_L = -b_o$ فرض می کنیم ($b_o = \text{Im}(Y_o)$)

۲- با مقدار فرض شده مرحله قبل برای B_L ، Y_{in} را می یابیم:

$$Y_{in} = Y_i - \frac{Y_f Y_r}{Y_o + Y_L} = G_{in} + jB_{in}$$

۳- فرض می کنیم $B_S = -B_{in}$ که از مرحله قبل بدست آمده است. لذا
می یابیم: $B_L = \text{Im}[Y_{out}]$ نسبت به قبل تصحیح انجام می شود.

۴- با مقدار جدید بدست آمده برای B_L به مرحله ۲ برمی گردیم. این فرآیند ادامه می یابد تا B_L و B_S به یک عدد ثابت همگرا شود.

$$G_t = \frac{4G_s G_L |Y_f|^2}{|(Y_i + Y_S)(Y_o + Y_L) - Y_f Y_r|^2} \quad \text{۵- از رابطه}$$

برو استعالی را محاسبه می کنیم