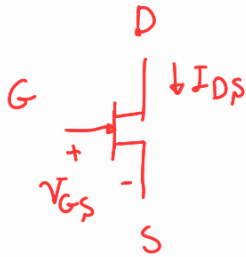


- بررسی عملکرد غیر خطی ترانزیستور FET :

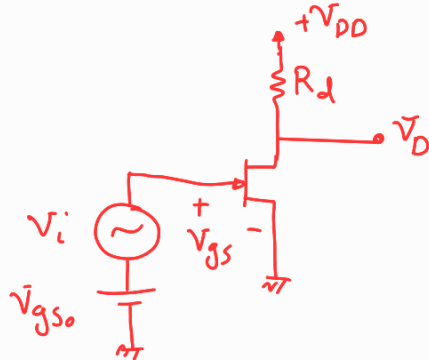


$$I_{DS} = I_{DSS} \left(1 - \frac{V_{GS}}{V_P}\right)^2$$

$$I_{DS} < I_{DSS} \quad , \quad -V_P < V_{GS} < 0$$

$$V_{GS} - V_P \leq V_{DS}$$

- کاربرد FET در تقویت کننده باندهای وسیع :



$$\text{KVL: } V_{GS} = V_{GS0} + V_i = V_{GS0} + V_1 \cos \omega t$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow I_{DS} &= I_{DSS} \left(1 - \frac{V_{GS0} + V_1 \cos \omega t}{V_P}\right)^2 \\ &= \frac{I_{DSS}}{V_P^2} (V_P - V_{GS0} - V_1 \cos \omega t)^2 \end{aligned}$$

$$\text{if } V_x = V_P - V_{GS0} \Rightarrow I_{DS} = \frac{I_{DSS}}{V_P^2} (V_x - V_1 \cos \omega t)^2 = I_0 + I_1 \cos \omega t + I_2 \cos 2\omega t$$

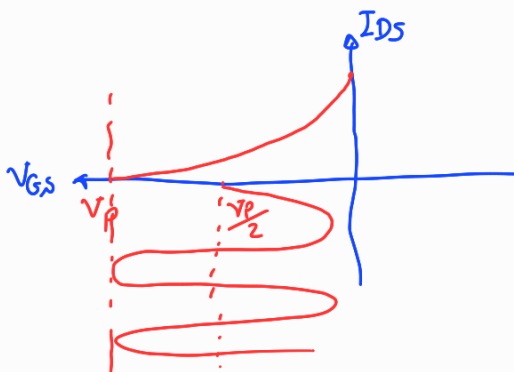
$$I_0 = \frac{I_{DSS}}{V_P^2} \left(\frac{V_1^2}{2} + V_x^2\right) \quad , \quad I_1 = \frac{-2I_{DSS}}{V_P^2} V_x V_1 \quad , \quad I_2 = \frac{I_{DSS}}{V_P^2} \frac{V_1^2}{2}$$

برای دیتا خروجی  $V_D$  داریم :

$$G_m(\omega) = \frac{I_1}{V_1} = -2 \frac{I_{DSS}}{V_P^2} V_x \Rightarrow V_D(t) \Big|_{\omega} = V_{DD} - R_D G_m(\omega) V_1 \cos \omega t$$

- محدوده عملکرد سیگنال کوچک FET :

با توجه به  $G_m(\omega) = \frac{I_1}{V_1} = -2 \frac{I_{DSS}}{V_P^2} V_x$  اگر با تغییر مختلف ورودی ترانزیستور در ناحیه فعال عملکرد خود باشد رفتار تقویت کننده خطی خواهد بود.



$$V_x = \frac{V_P}{2} \Rightarrow \text{در ناحیه فعال قرار دهیم}$$

معیار THD :

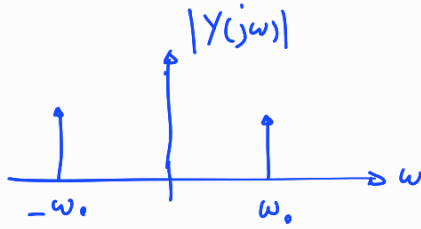
$$\text{THD} = \sqrt{\sum_{k=2}^{\infty} \left(\frac{V_{ok}}{V_{o1}}\right)^2} = \frac{I_2}{I_1} = \left|\frac{-V_1}{4V_x}\right|$$

$$\Rightarrow \text{THD} = \frac{I_2}{I_1} < 1\% \Rightarrow \frac{V_1}{2V_P} < 0.01 \Rightarrow V_1 < 0.02 V_P \quad \left\{ \begin{array}{l} |V_P| = 4V \\ \Rightarrow V_1 < 0.08 V \end{array} \right.$$

مفصل ۴: نوسان سازهای سینوسی:



$$y(t) = A \cos \omega_0 t$$



۱- دامنه نوسان: دامنه سطح  $A$

۲- فرکانس نوسان

۳- پایداری دامنه نوسان

۴- پایداری فرکانس نوسان

۵- حلقه بین فرکانسی

- طبقه بندی نوسان سازها از نظر نوع سیگنال ورودی (تکریب)

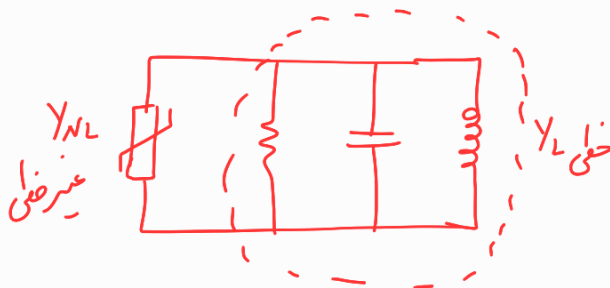
۱- با ورودی سیگنال ارادی

۲- با ورودی تصادفی (نوسان سازهای آزار)

- طبقه بندی از نظر توپولوژی و ساختار:

۱- مقاومت متغی ۲- فیدبکی

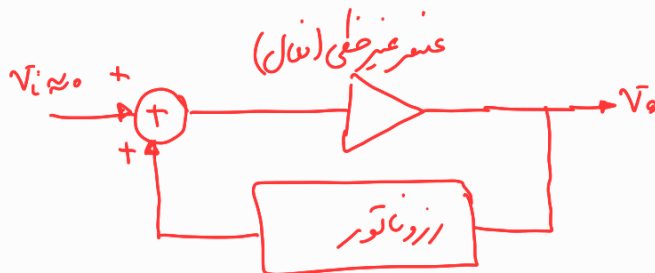
- نوسان ساز با مقاومت متغی:



شرط نوسان:  $Y_L + Y_{NL} = 0$  و  $\text{Re}\{Y_{NL}\} < 0$

عنصر غیر خطی تولید کننده مقاومت متغی + یک مدار تشدید ضعیف = نوسان ساز

- نوسان ساز فیدبکی:



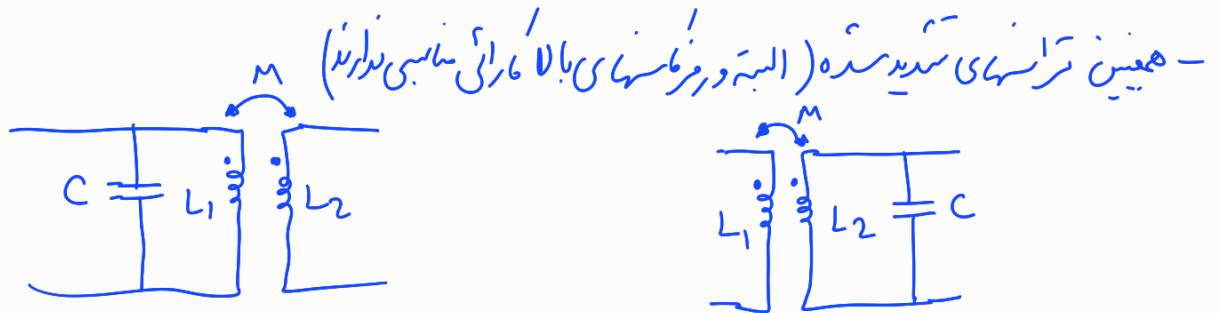
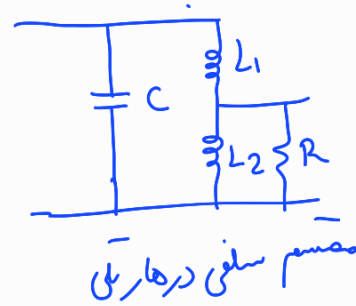
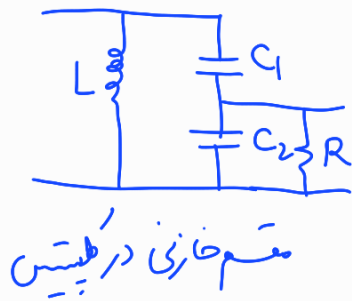
- ۱- ورودی بسیار کوچک و تصادفی
- ۲- فیدبک مثبت برای ناپایداری

کاربرد: تبدیل فیدبک مثبت دامنه ورودی مرتبه اول به یک فیدبک منفی در دامنه فرکانس و از ریزش عملکرد غیر خطی شود پس دامنه تثبیت می شود اما هر چه دامنه ورودی بزرگتر شود فیدبک مثبت می باشد و توسط ریزش فیدبک حذف می شود.

طبقه بندی نوسان سازها از نظر نوع مدار تشدید به کار رفته در آنها :

۱- مدارات تشدید فشرده غیرفعال :

۱- مدارات RLC از اینگونه تشدید میشوند همچنین مدارهای شبه ترانزستور مایکرووی :



۲- مدارات تشدید با عنصر گسترده :

در فرکانسهای بالا، حفظ انتقال با طول موج کم به عنوان ریز و فاکتور استفاده می شوند.

۳- مدار تشدید از نوع عنصر عایقی :

از عایقهایی خاص استفاده می شود که نسبت به ریز و فاکتورهای معمولی از مزیت کیفیت بسیار بالایی برخوردار می باشد.  
نوسان سازهای کریستالی از این نوع هستند.

۴- مدار تشدید که فرکانس آن با ولتاژ کنترل شود.

مدار RLC موازی که ظرفیت خازن با ولتاژ کنترل می شود

VCO (Voltage Controlled Oscillator)

$$\omega_o(v) = \frac{1}{\sqrt{LC(v)}}$$

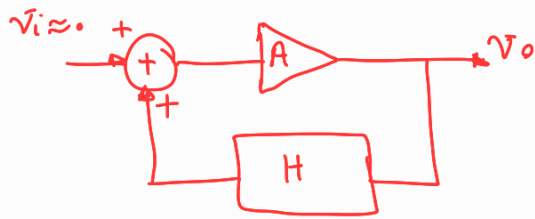
۵- مدار تشدید که فرکانس آن با جریان کنترل می شود.

از یک سلف متغیر با جریان استفاده می شود.

CCO (Current Controlled Oscillator)

$$\omega_o(i) = \frac{1}{\sqrt{L(i)C}}$$

تیمار محدود در نوسان سازهای آزاد مانند مولد ویتربی :



A: بهره معضوفال و چون غیر قطبی استاتیکی باشد  
صفر قطب ندارد.

H: تابع تبدیل رزوناتور و قطبهای کل سیستم را مشخص می کند.

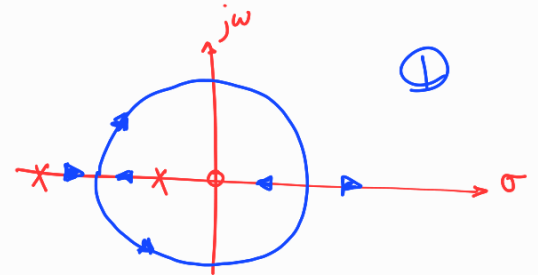
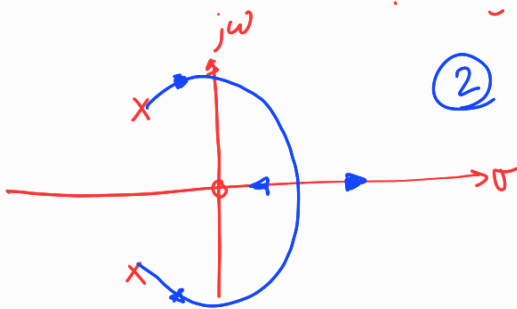
$$\frac{V_o(p)}{V_i(p)} = \frac{A}{1 - AH(p)}$$

$$AH(p) = A_L(p)$$

اگر فرکانس نوسان  $\omega_0$  باشد شرط نوسان با نام برخیزن برابر است زیر ضابطه بود:

$$|1 - A_L(p)|_{p=j\omega_0} = 0$$

- پس باید حلقه بسته یک زوج قطب روی محور موهومی مکان هندسی داشته باشد:



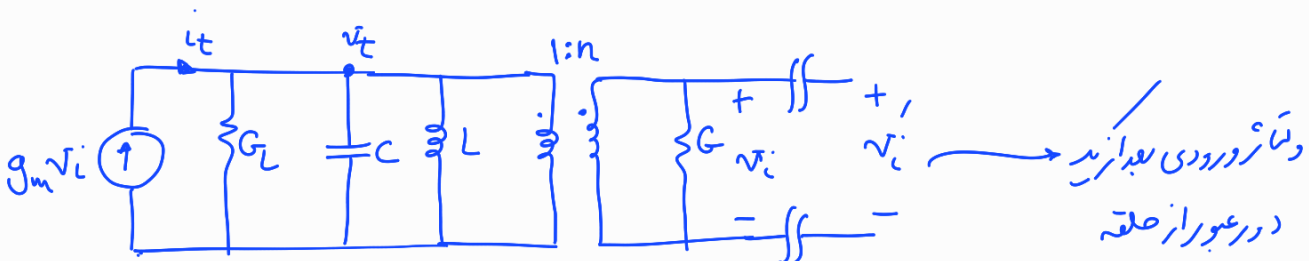
$$A_L(p) = \frac{A\omega_0 p}{p^2 + 2\alpha p + \omega_0^2}$$

$$A_L(p) = \frac{\alpha A p}{(p + \omega_1)(p + \omega_2)}$$

ترجیح مدار (2) است که نیاز به بهره کمتر از A دارد و راضی تران با مدارات کشیده آنها را باید ده سازی کرد.

$$\text{شرط برخیزن} \quad |1 - A_L(p)|_{p=j\omega_0} = 0 \Rightarrow |A_L(j\omega_0)| = 1 = \left| \frac{A_{min} \omega_0 (j\omega_0)}{(j\omega_0)^2 + 2\alpha(j\omega_0) + \omega_0^2} \right| = \frac{A_{min} \omega_0}{2\alpha} = 1$$

$$\Rightarrow A_{min} = \frac{2\alpha}{\omega_0} = \frac{1}{Q_{TP}}$$



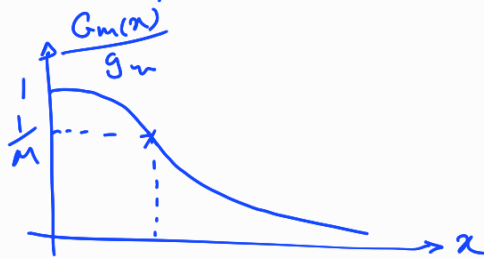
$$RLC \text{ اسپانس} = \frac{\alpha \cdot p}{p^2 + 2\alpha_1 p + \omega_0^2}$$

$$A_L(p) = \frac{V_i}{V_i} = \frac{V_i}{V_t} \cdot \frac{V_t}{i_t} \cdot \frac{i_t}{V_i} = n \cdot \frac{\alpha_o p}{p^2 + 2\alpha_1 p + \omega_o^2} \cdot g_m$$

$$|A_L(j\omega_o)| = \left| n \frac{\alpha_o}{2\alpha_1} \cdot g_m \right| = 1 \Rightarrow (g_m)_{min} = \frac{2\alpha_1}{n\alpha_o}$$

نکته: در شروع کار باید دانسته  $A_L(p)$  بزرگتر از یک باشد تا امکان ورود محدود پایدار باشد.

$$A_L(p) = g_m \cdot A = M > 1$$



$$1 - A_L(j\omega_o) = 0 \Rightarrow 1 - G_m(\omega)A = 0$$

$$1 - \frac{G_m(\omega)}{g_m} \cdot M = 0 \Rightarrow \frac{G_m(\omega)}{g_m} = \frac{1}{M} < 1$$

نکته: بتدریج با افزایش دامنه در رژیم سیگنال بزرگ با افزایش  $\alpha$  هدایت انتقالی سیگنال بزرگ نیز کاهش می یابد.