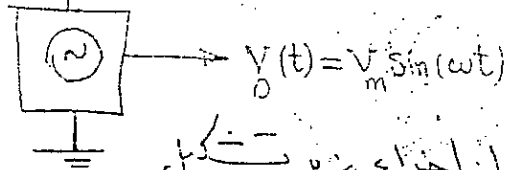
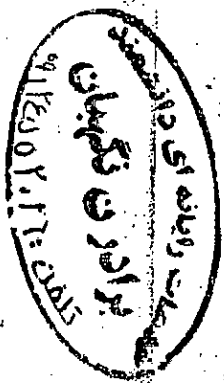


نوسان ساز سینوسی مدار است بدون سیگنال ورودی وی داری
خارجی سینوسی



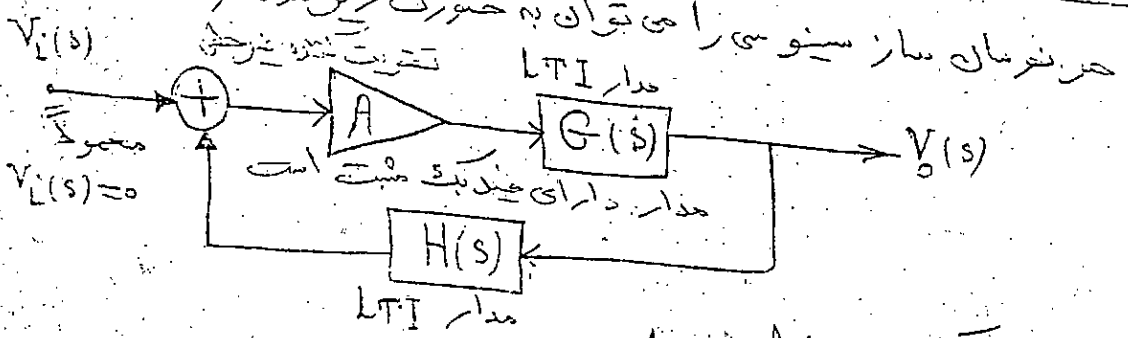
هر دو سان ساز سینوسی از اجزاء زیر تشکیل
شده است:

- 1- عنصر مغال (تخمیر تراژ سینور) که در حالت غیر خطی (سیگنال
بزرگ) کار می کند.
 - 2- شبکه تعیین کننده فرکانس (تخمیر یک مدار LC موازی و یا
(به ای شبکه بانگ نوسان هم گفته می شود) سری)
 - 3- مداری برای محدود کردن و تثبیت دامنه.
- ممکن است در برخی مدارهای عملی و ظایف خرق به صورت توأم
انجام شود.

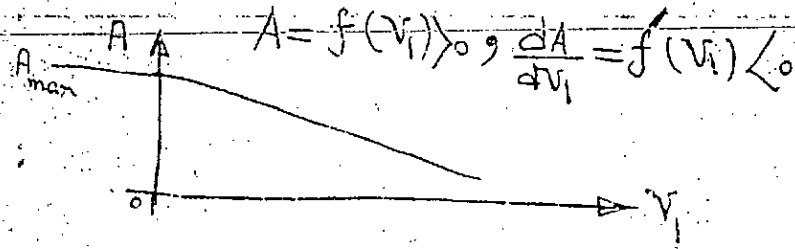
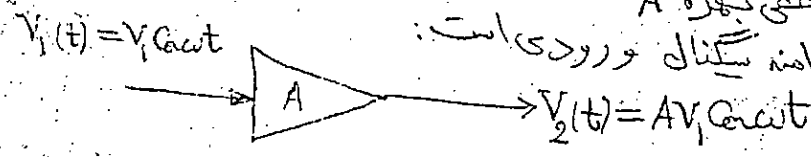


محصاری و نظری کلی نوسان سازهای سینوسی

هر نوسان ساز سینوسی را می توان به صورت زیر مدل کرد:



در تقریب کننده غیر خطی بهره A
تابعی نزولی از دامنه سیگنال ورودی است:



(1)

تابع تبدیل سیستم مرده نظری

$$V_0(s) = AG(s)$$

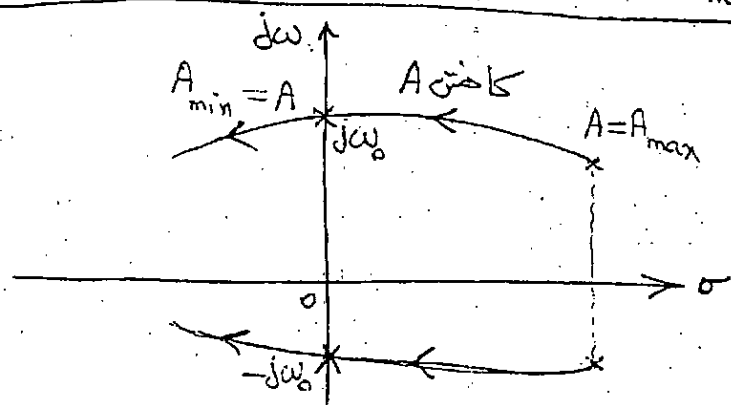
$$V_1(s) = 1 - AG(s)H(s)$$

نفره حلقه $\Delta(s) = 1 - AG(s)H(s) \stackrel{\Delta}{=} 0$

راه صورت زیر در نظری بگیریم: $G(s)H(s) = \frac{P(s)}{Q(s)}$

معادله مشخصه $Q(s) - AP(s) = 0$

$P(s)$ و $Q(s)$ (یعنی $G(s)$ و $H(s)$) به گونه ای باید باشند که به ازای $A = A_{max}$ سیستم دارای یک زوج قطب مزدوج مختلط در سمت راست صافه موهومی بوده و ممکن چند سی قطب حقیقی A چنان باشد که با کاهش A (بدلیل افزایش دامنه نویز) قطبها به سمت ∞ محور موهومی حرکت کنند و مثلاً به ازای $A = A_{min}$ دقیقاً بر محور موهومی واقع شوند.



شرط برقراری نویزان: $A > A_{min}$

مکان صندسی مطلوب بر حسب A

د- این صورت چه می شود؟
 د- هنگام روشن کردن (و حل تغذیه) مدار فرسائی وجودندارد پس:

$$V_1(t) = 0 \text{ و } V_0(t) = 0 \Rightarrow A = A_{max}$$

در این حالت بیخاطر وجود د وقت تا باید مدار مدار آماده شروع است. اگر د محیط هیچ نویزی نباشد مدار شروع نمی کند ولی که محیط بدون نویز. بالاخره وجود نویز حرارتی یا حتی نویز حاصل از وصل شدن تغذیه برای راه اندازی مدار کافی است.

خوب است. شرح: در ریشه سیلان میسر است. می باشد. حین موضوع. حرکت. حرکت قطب خارج است. محور موهومی می باشد. (البته > حین حرکت قطب خارج است). محور موهومی فرکانس نویسان نیز در اینجا بصیرتی اند. تا اینکه A برابر A_{min} شده و فرکانس نویسان ثابت میماند.

رابطه بین فرکانس نویسان (ω_0) و داده نویسان

$$A_{min} = f(\omega_0) \iff \omega_0 = f^{-1}(A_{min})$$

در حالت نویسان داده ثابت داریم

$$1 - A_{Loop}(\omega_0) = 0 \implies A_{Loop}(\omega_0) = 1$$

$$\implies \text{Re}(A_{Loop}(\omega_0)) = 1, \text{Im}(A_{Loop}(\omega_0)) = 0$$

از دو رابطه فوق که معیارهای بارک هاورن (Barkhausen) نامیده می شوند ω_0 و A_{min} (یعنی $\omega_0 = f^{-1}(A_{min})$) بدست می آیند.

معیارهای بارک هاورن شرایط لازم برای نویسان بوده و طبق این شرایط می توان در فرکانس ω_0 بدون تغییر فاز و دامنه باید حلقه را بسیماید.

ساده ترین فرم ایجاد مکان چند سیگنال

$$A_{Loop}(s) = A G(s) H(s)$$

$$A_{Loop}(s) = \frac{A P_1 s}{(s + P_1)(s + P_2)} \quad P_1 \neq P_2 \quad P_1, P_2 > 0$$

$G(s)H(s)$ دارای دو قطب حقیقی منفی متساوی و یک صفر در مبدأ است.

مکان چند سیگنال

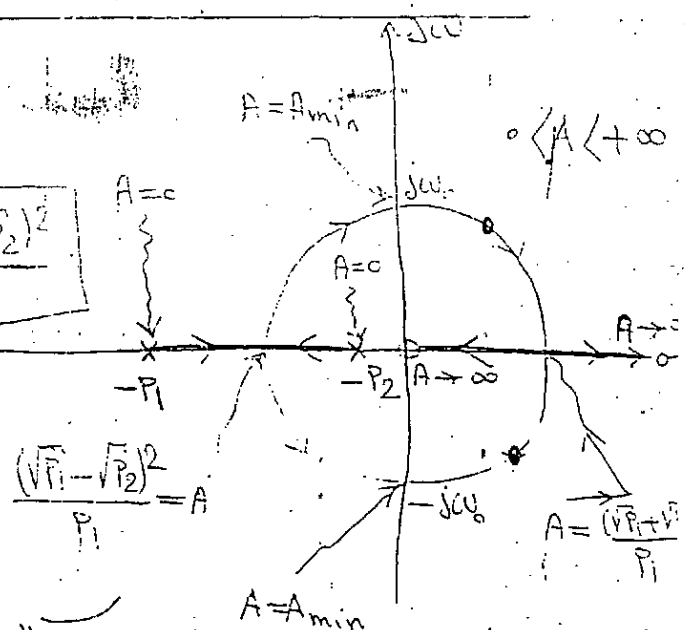
$$\Delta(s) = 1 - A_{Loop}(s)$$

درجه است A

چنین می شود:

برای برقراری خودسازایی
داشته باشیم:

$$A_{\min} < A = f(\omega) < \frac{(\sqrt{P_1} + \sqrt{P_2})^2}{P_1}$$



خدمات رایانه ای دانشمند
برادران نگهبان
کاشانی

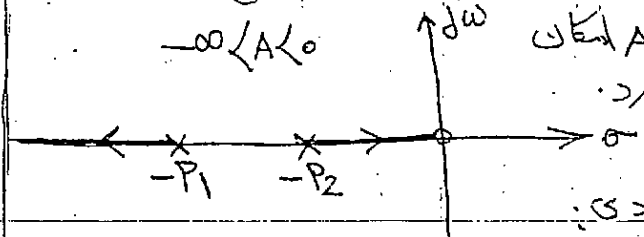
برای این شبکه پد و A_{\min} محاسبه می کنیم: $A_{Loop}(j\omega_0) = \frac{A_{\min} P_1 j\omega_0}{(j\omega_0 + P_1)(j\omega_0 + P_2)}$

$$\Rightarrow A_{Loop}(j\omega_0) = \frac{A_{\min} P_1 j\omega_0 (P_1 - j\omega_0)(P_2 - j\omega_0)}{(P_1^2 + \omega_0^2)(P_2^2 + \omega_0^2)}$$

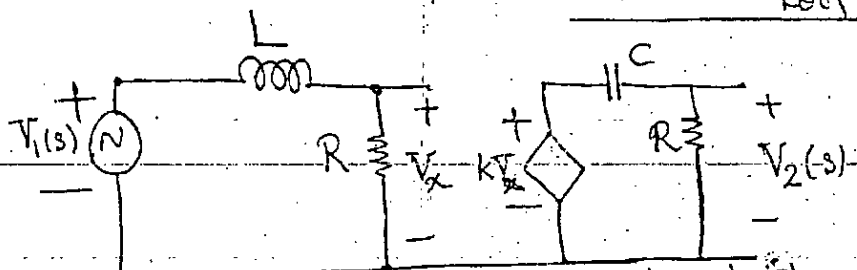
$$\text{Re}(A_{Loop}(j\omega_0)) = \frac{A_{\min} P_1}{P_1 + P_2} = 1 \Rightarrow A_{\min} = 1 + \frac{P_2}{P_1}$$

$$\text{Im}(A_{Loop}(j\omega_0)) = 0 \Rightarrow \omega_0 = \sqrt{P_1 P_2}$$

بازای A های متغیر مکان حدی مشخص می شود:
مشاهده می شود با $A < 0$ امکان
رعنوان وجود ندارد.



نشر $A(s)_{Loop}$ مستطادی:



برای ایجاد حلقه باید جای منبع وابسته ای برابر
 $V_2(s)$ قرار دهیم.

$\frac{V_2(s)}{V_1(s)} = \frac{K}{R + \frac{1}{Cs}}$

$\Rightarrow \frac{V_2(s)}{V_1(s)} = \frac{V_2(s)}{V_2(s)} \times \frac{V_2(s)}{V_1(s)} = \frac{KRCs}{(RCs+1)} \times \frac{R}{(R+Ls)}$

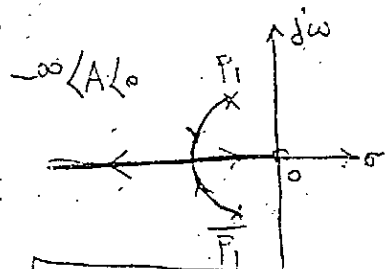
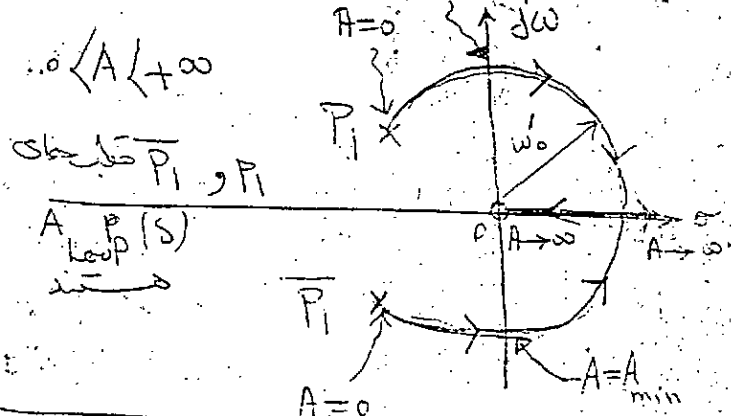
$\Rightarrow \frac{V_2(s)}{V_1(s)} = \frac{A \left(\frac{R}{L} \right) s}{\left(s + \frac{R}{L} \right) \left(s + \frac{1}{RC} \right)}$ A=K

سیستم‌ها در دوم برای $A(s) = A_{Loop}(s)$ به منظور ایجاد مکان‌های صده بی مطلوب

اجازه دهید $A(s)$ یک زوج قطب مختلط مزدوج در نیم صفحه چپ و یک صفر در مبدأ داشته باشد:

$A(s) = \frac{A \omega_0' s}{s^2 + 2\alpha s + \omega_0'^2}$ و $0 < \alpha < \omega_0'$

مکان‌های صده بی بسته‌های $\Delta(s) = 1 - A(s)$ بر حسب A چیست می‌شود:

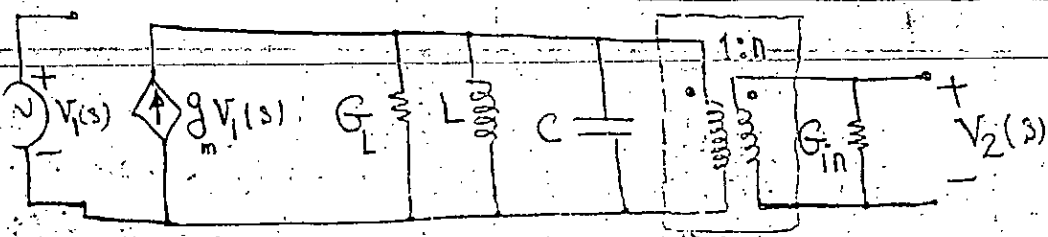


به ازای $A \rightarrow \infty$ امکان نوسان وجود ندارد

$A_{min} = \frac{2\alpha}{\omega_0'}$

$\omega_0 = \omega_0'$ بدست می‌آید

سفر $A(s)$ بسته‌های A_{Loop}



برای ایجاد حلقه بیجان منحنی $V_2(s)$ در خروجی و $V_1(s)$ در ورودی

$$\frac{V_2(s)}{V_1(s)} = \frac{\left(\frac{g_m n}{G_T}\right) (2\alpha s)}{s^2 + 2\alpha s + \omega_0'^2}$$

که در آن

$$\omega_0' = \frac{1}{\sqrt{LC}} \quad \text{و} \quad G_T = G_L + n^2 G_{in} \quad \text{و} \quad \alpha = \frac{G_T}{C}$$

داریم

$$\frac{g_m n}{G_T} 2\alpha s = A \omega_0' s$$

$$\Rightarrow A = \frac{2\alpha g_m n}{G_T \omega_0'} = \frac{2 \frac{G_T}{C} g_m n}{G_T \omega_0'} = \frac{2g_m n}{C \omega_0'}$$

شرط برقراری نوسان چنین است:

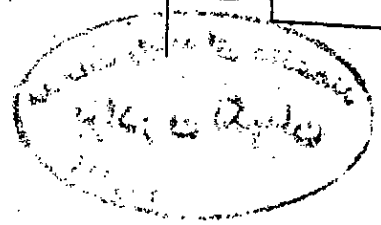
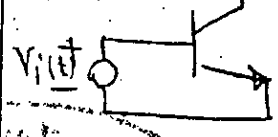
$$A_{min} < A \Rightarrow \frac{2g_m n}{C \omega_0'} > \frac{2\alpha}{\omega_0'} \Rightarrow g_m > \frac{\alpha C}{n}$$

$$\Rightarrow g_m > \frac{G_T}{n}$$

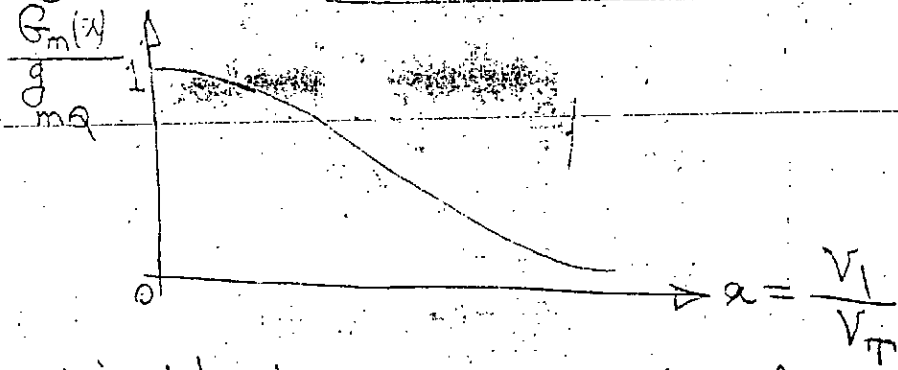
نحوه محدود نمودن دامنه (طرز ساخت تقویت کننده غیرخطی)

دیدیم یکی از اجزای اصلی در نوسان سازهای سینوسی تقویت کننده غیرخطی با مشخصه نزولی است. برای ساخت این تقویت کننده غیرخطی از ترانزیستور معمولی و یا FET استفاده می شود (البته بعد از ترانزیستور باید یک فیلتر باند باریک میان گذر قرار داد که فقط فرکانس نوسان را عبور دهد و سایر فرکانس های تولید شده را حذف کند)

مثلاً در حلقه دوم برای مدار زیر:

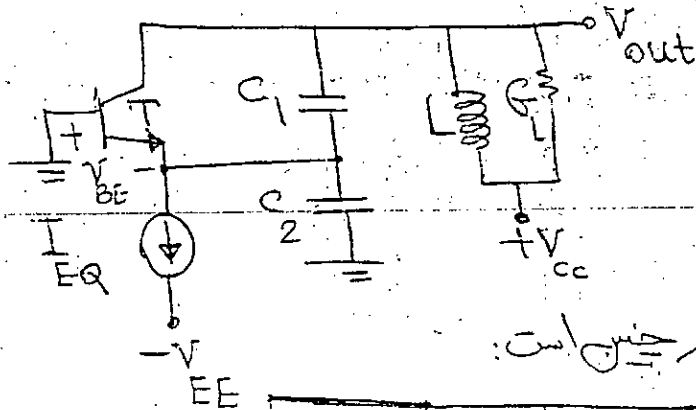


21
ccir

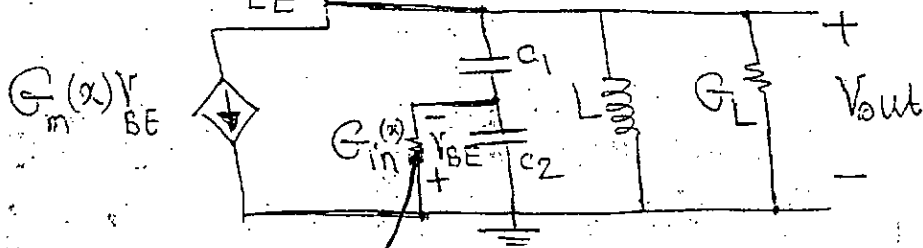


النوع آماده هستیم چند نویسنه ساز سینوسی معروف را برسی کنیم.

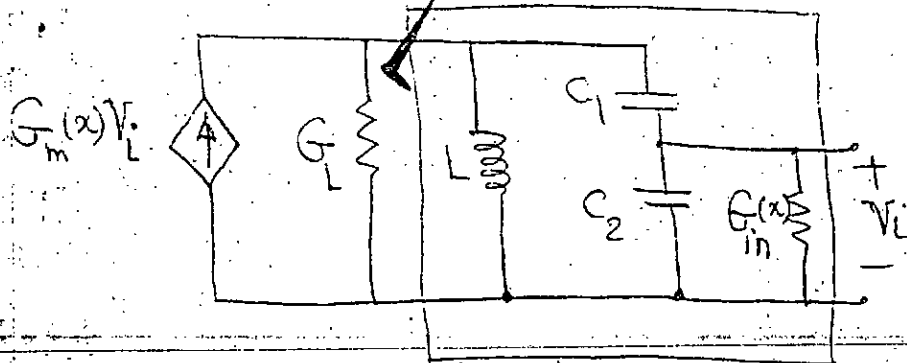
نویسنه ساز ColPitts با منبع جریان ثابت



مدل دینامیکی مدار چنین است:



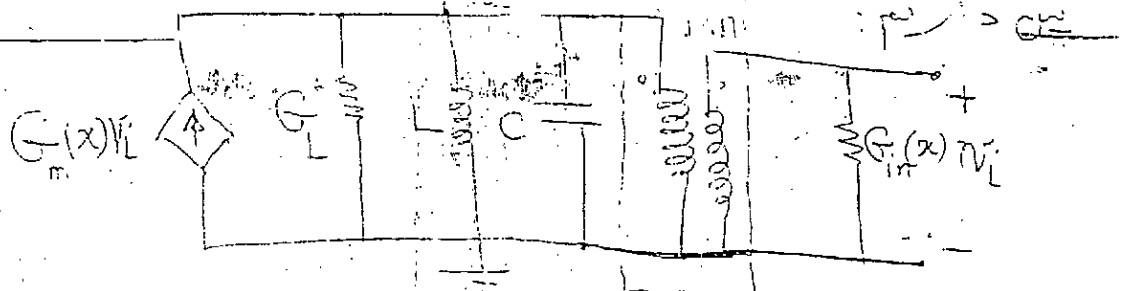
و با:



از اصل لوله مدار معادل

این حسب رانقراری دهیم (جای همان
درایه گفتند)

(۴)



$$C = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$$

$$n = \frac{C_1}{C_1 + C_2}$$

$$V_L = n V_{out}$$

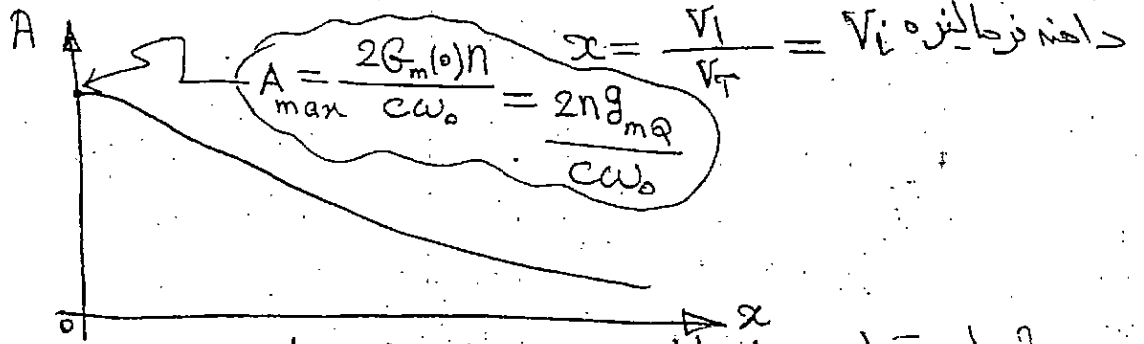
حرف مدار فوق چیست؟

همان پیشنهاد دوم برای بسز Loop

$$A = \frac{2G_m(x)n}{C\omega_0}$$

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

برای مدار فوق داریم:



$$A_{max} = \frac{2G_m(0)n}{C\omega_0} = \frac{2ng_{mq}}{C\omega_0}$$

$$\alpha = \frac{V_L}{V_T} = V_L \text{ فرکانس } V_T$$

شرط برقراری نوسان: $A_{max} > A_{min}$

$$\Rightarrow \frac{2ng_{mq}}{C\omega_0} > \frac{2\alpha}{\omega_0} \Rightarrow \frac{2ng_{mq}}{C} > 2 \frac{G_T}{C}$$

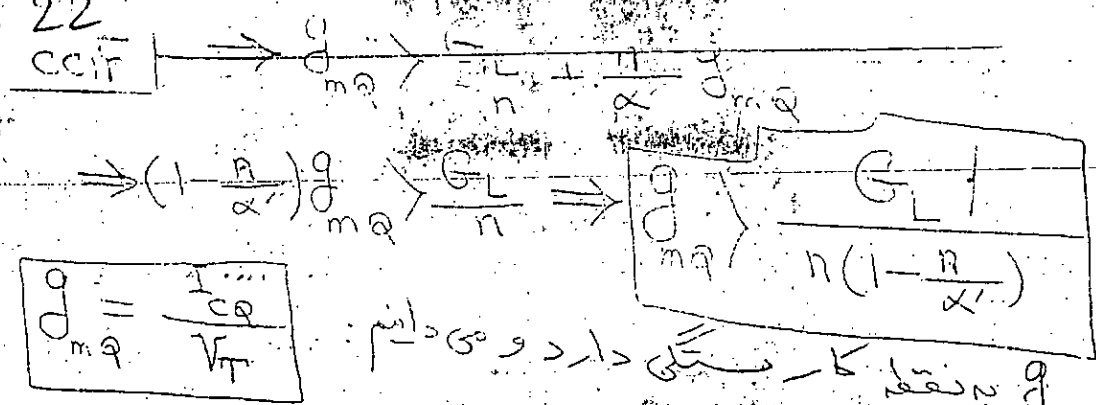
$$\Rightarrow \frac{g_{mq}}{C} > \frac{G_T}{n} \Rightarrow g_{mq} > \frac{1}{n}(G_L + n^2 G_{in}(x))$$

می دانیم که (به جهت دوم رجوع شود): $G_{in}(x) = \frac{G_m(x)}{\alpha'}$

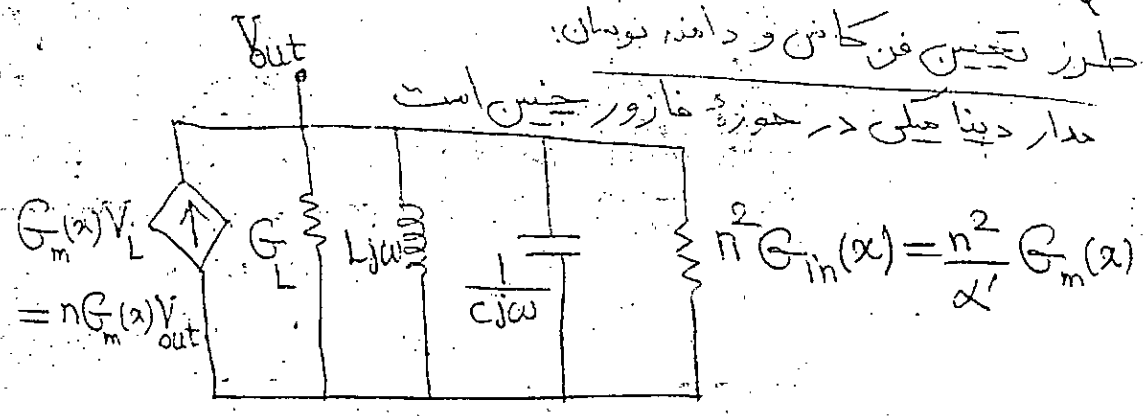
$$\alpha' = \frac{\beta}{\beta + 1} \quad g_{mq} > \frac{G_L}{n} + n \cdot \max(G_{in}(x))$$

$$\max(G_{in}(x)) = \frac{1}{\alpha'} \max(G_m(x)) = \frac{1}{\alpha'} g_{mq}$$

22



g_m به نقطه کاری بستگی دارد و می دانیم
 طرز تعیین فن کانس و دامنه نویسی:



KCL: $(G_L + c j \omega + \frac{1}{L j \omega} + \frac{n^2}{\alpha^2} G_m(x)) V_{out} - n G_m(x) V_{out} = 0$

$$\Rightarrow \left(G_L + \frac{n^2}{\alpha^2} G_m(x) - n G_m(x) + j \left(c \omega - \frac{1}{L \omega} \right) \right) V_{out} = 0$$

این ضریب صفر باید باشد

$$\Rightarrow c \omega - \frac{1}{L \omega} = 0 \Rightarrow \omega_c = \frac{1}{\sqrt{L C}}$$

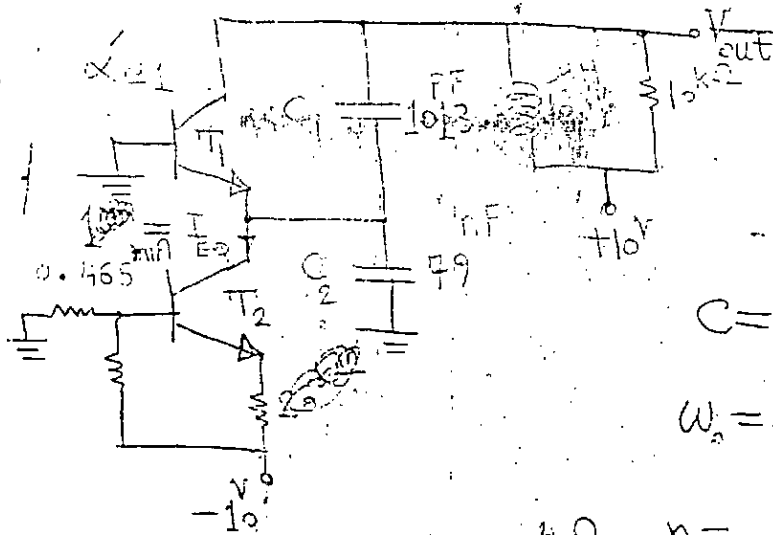
فرکانس نویسی

$$\frac{G_L}{L} - n \left(1 - \frac{n}{\alpha^2} \right) G_m(x) = 0 \Rightarrow G_m(x) = \frac{G_L}{n \left(1 - \frac{n}{\alpha^2} \right)}$$

$G_m(x)$ و g_m معلوم هستند پس $\frac{G_m(x)}{g_m}$ معلوم است
 از روی نمودار $\frac{G_m(x)}{g_m}$ بر حسب x مقدار x را بدست می آوریم

$$x \Rightarrow V_i = \alpha V_T \Rightarrow \text{دامنه خروجی} = \frac{\alpha V_T}{n}$$

5



فصل ۱۱
 V_{out} اینست

$$C = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} = 1000 \text{ pF}$$

$$\omega_n = \frac{1}{\sqrt{LC}} = 10^7 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$G_L = \frac{1}{10^4} = 10^{-4} \Omega \quad n = \frac{C_1}{C_1 + C_2} = \frac{1}{80}$$

$$I_{E_Q} = 0.455 \text{ mA}$$

$$g_{mq} = \frac{1}{56 \Omega}$$

$$\Rightarrow G_m(\alpha) = \frac{10^{-4}}{\frac{1}{80} \left(1 - \frac{1}{80}\right)} \Rightarrow \frac{G_m(\alpha)}{g_{mq}} = 0.448$$

$$\Rightarrow \alpha = 3.5$$

$$\Rightarrow V_1 = 3.5 \times 26 \text{ mV} = 99 \text{ mV}$$

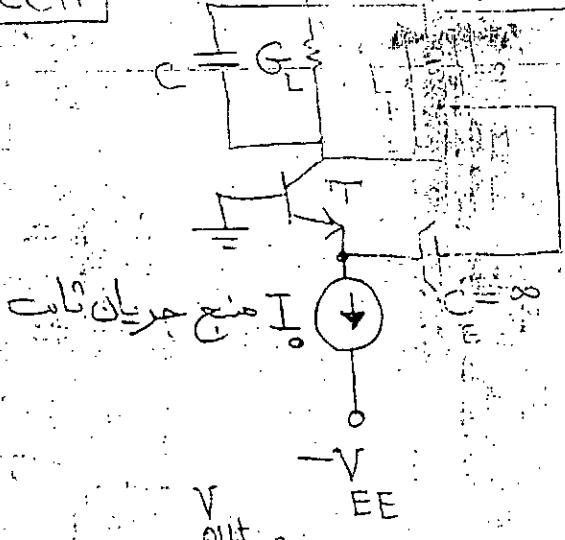
$$\Rightarrow \sigma \cdot 26 \text{ mV} = 80 \times 99 = 7.9 \text{ V}$$

$$\Rightarrow V_{out}(t) = 10 \text{ V} + 7.9 \text{ V} \sin(10^7 t)$$

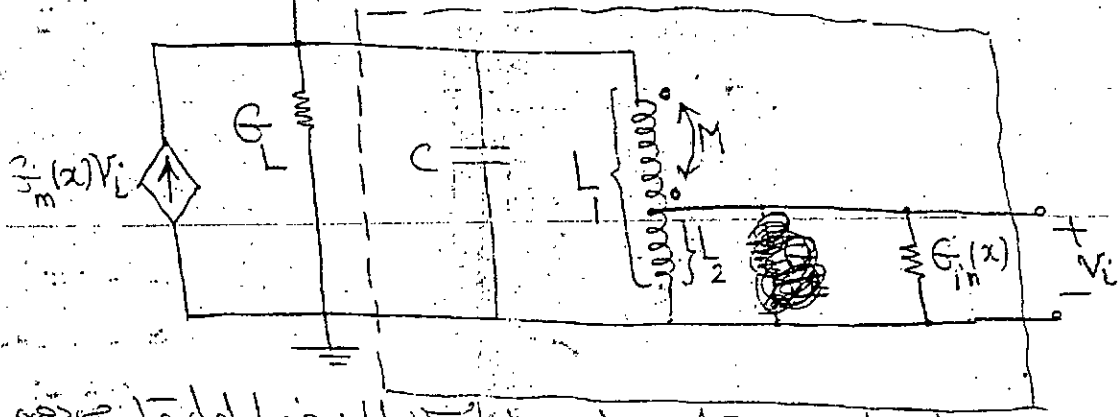
* * *

فرمان ساز جارتلی (Hartley)

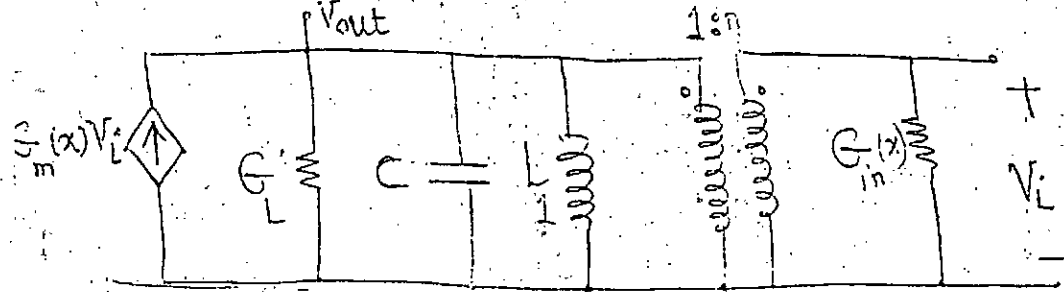
ر با منبع جریان ثابت



مدار معادل حینا میکی چنین است:



جای این دو قطبی مدار معادله آنرا از حاصل اول قرار می دهیم



ایده آل $n = \frac{L_1}{L_2}$ که در آن

مشاهده می شود مدار معادل عین مدار معادل فرمان ساز کو لیسنر یا منبع جریان ثابت است

قر کاشی نوسانات

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

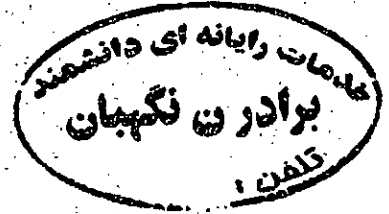
$$g_m \left(\frac{G_L}{n^2(1-\frac{n^2}{x})} \right)$$

برای تعیین دامنه نوسانات

پس از بدست آوردن $G_m(x)$ از معادله 6-5 از فصل

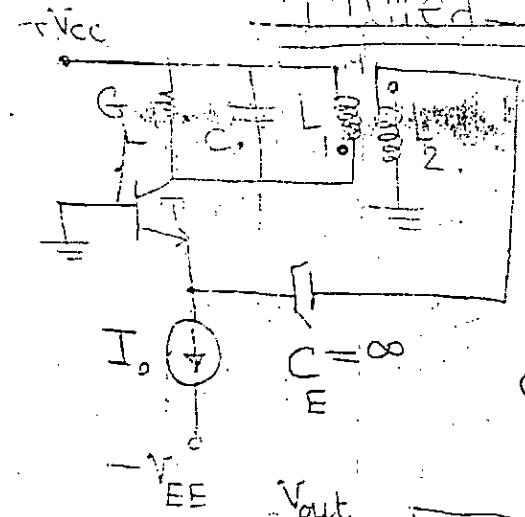
چهارم کتاب استفاده می کنیم g_m ما کو لیسنر

(4)

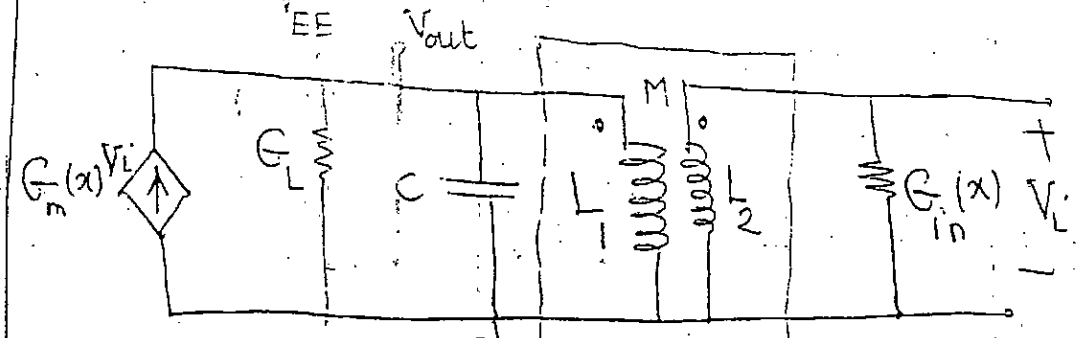


در بیان مدار Coupled-Collector

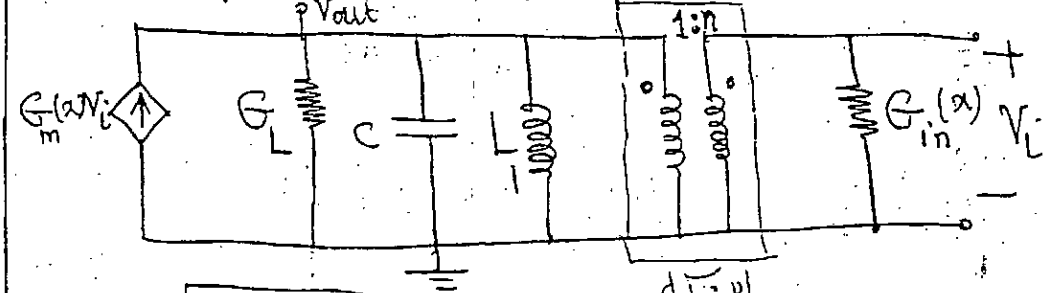
(با منبع جریان تابع)



مدار معادل دینامیکی چنین است:



از فصل دوم مدار معادل قرار می دهیم



$$n = \frac{M}{L}$$

مدار معادل معین مدارهای متبلی است، پس:

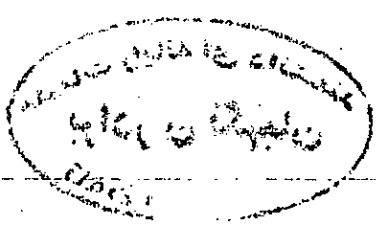
1- شرط نویسان: $g_m > \frac{G_L}{n(1-\frac{n}{\alpha})}$

2- فرکانس نویسان: $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{L_1 C}}$

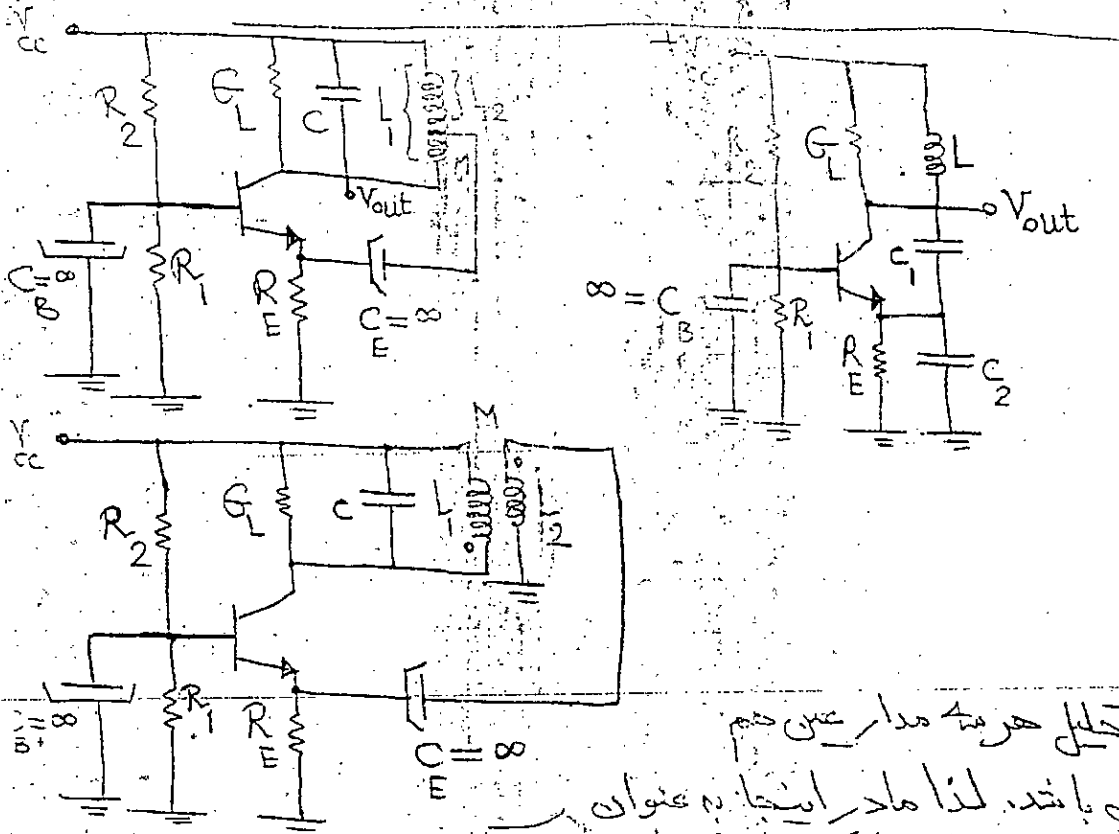
3- برای تعیین دامنه نویسان بعد از تعیین

$\frac{G_m(x)}{g_m}$ از منحنی 5-6 از فصل چهارم کتاب استفاده می کنیم.

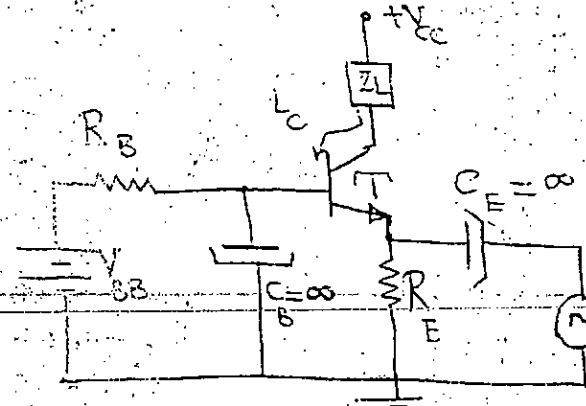
+ + +



نوسان سازهای کوپل شده (Tuned-Collectors) با مقاومت



تحلیل هر یک مدار عین هم می باشد. لذا مدار اینجا به عنوان نمونه نوسان ساز کوپل شده را تحلیل می کنیم. نکته اصلی در اینجاست که بخاطر وجود مقاومت R_E دیگر نمی توان از منحنی 5-5 از فصل چهارم کتاب برای تعیین دامنه نوسانات استفاده کرد. در اینجا باید از منحنی 4-5 که در فصل پنجم کتاب داده است استفاده کرد. در قسمت 4 از فصل پنجم کتاب مدار زیر در نظر گرفته شده است:



(2) $V_1(t) = V_1 \cos(\omega t)$

و بعد از ده منی تحلیل نمودار $G_D(x)$ بر حسب $x \rightarrow$ شکل 4-5 رسم شده است. (4-5) ان جوع است

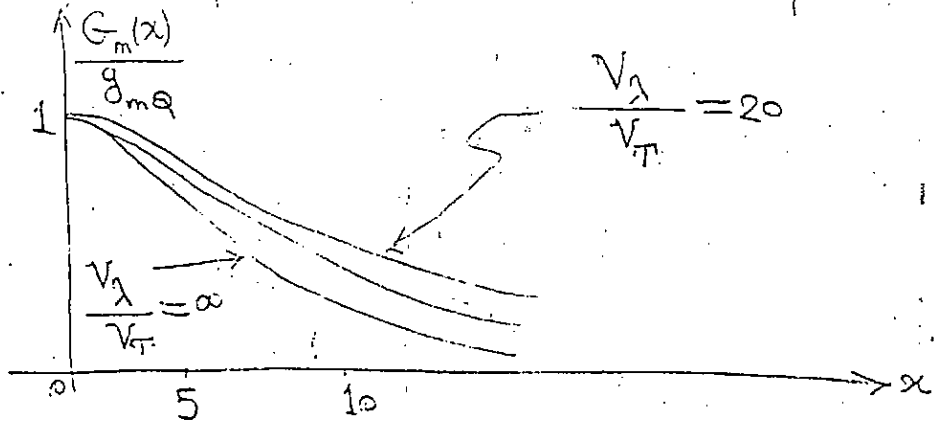
(V)

$$G_m(\alpha) = \frac{I_{CQ}}{V_T}$$

$$\alpha = \frac{V_i}{V_T}$$

$$\alpha = \frac{I_{CQ}}{I_{EQ}}$$

$$V_T = \frac{kT}{q} = 26 \text{ mV}$$



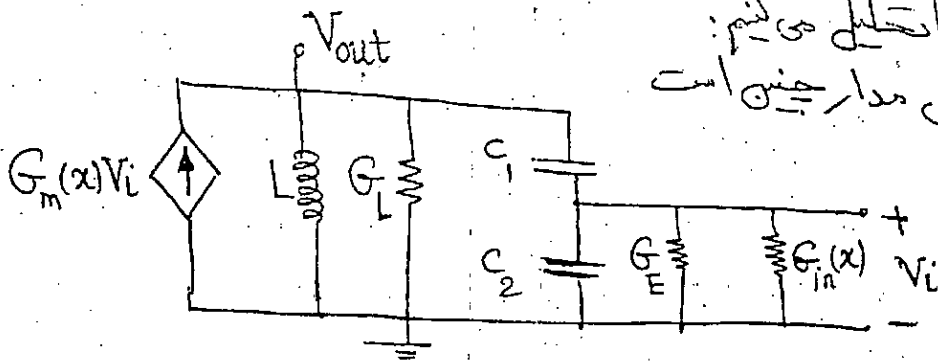
منحنی حاضر حسب معادله متفاوت $\frac{V_\lambda}{V_T}$ است، هم‌مدت

$$V_\lambda = (R_E + (1-\alpha)R_B) I_{EQ}$$

$$\alpha = \frac{\beta}{1+\beta}$$

مجموع ولتاژهای دو سر مقاومت‌های R_B و R_E در نقطه Q

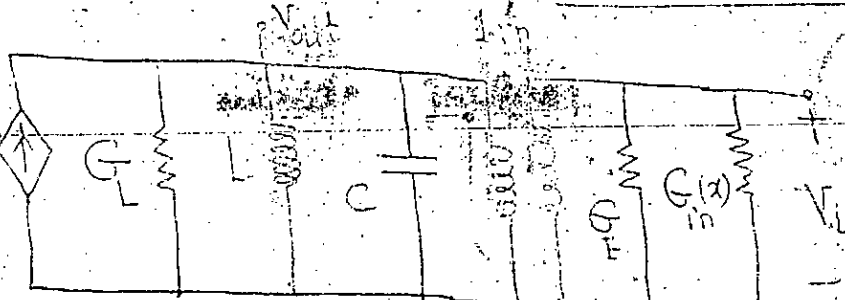
الغرض فرکانس بازار کنیم
که لیتزر را تحلیل می‌کنیم
مدل دینامیکی مدار چنین است



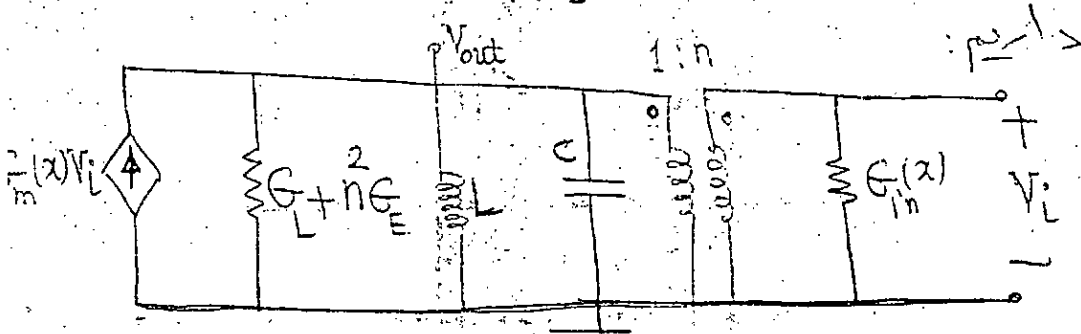
$$G_E = \frac{1}{R_E} \text{ و } V_i = -V_{BE} \text{ و } \alpha = \frac{V_i}{V_T} \text{ و } G_{in}(\alpha) = \frac{G_m(\alpha)}{\alpha}$$

بجای مقسم خازنی مدار معادله ترانسفورماتوری آنرا
از فصل اول قرار می‌دهیم

$G_m(x) V_i$



$C = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$ $g_n = \frac{C_1}{C_1 + C_2}$ از مثال



مشاهده می شود این مدار عین مدار معادل نوسان سازهای
 عتلی (یا منبع جریان ثابت) است که در آن بجای G_L
 از سیانس $G_L + n^2 G_E$ قرار گرفته است. پس:

1- شرکت نوسان: $g_m > \frac{G_L + n^2 G_E}{n(1 - \frac{n}{\alpha})}$

2- فرکانس نوسانات: $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$

3- برای تعیین دامنه نوسانات بعد از تعیین $\frac{G_m(x)}{g_m}$ از
 محلی 4-5 (عقلی بچشم) کتاب استاد میرویم.

4- $G_m(x) = \frac{G_L + n^2 G_E}{n(1 - \frac{n}{\alpha})}$

اداره حل مثال بیست صنف
 > نظری گبریم $R_E = 3.9 k\Omega$

$\Rightarrow V_B \approx 0.7 + 3.9 = 4.6$

$I_{BQ} \ll \frac{V_{CC}}{R_1 + R_2}$ باید

$\frac{R_1}{R_1 + R_2} V_{CC} = 4.6$

$\frac{V_{CC}}{R_1 + R_2} = 1.2 \leftarrow R_1 + R_2 = 10 \frac{k\Omega}{2}$

1

میان: $\frac{V_2}{V_1}$ (مقاومت ایزرانت) صورت زیر باشد

خدمات رایانه ای دانشمند
پوران نجیبان
تلفن:

$120 \mu H = L_1$ دور $N_1 = 9 \times 10^3$ $k = 0.8$ ضریب کوپل
 $N_1 = N_1' + N_2 = 100 \times 10^3$ دور N_2

و با فرض $V = 12V$ بقیه عناصر مدار را چنان تعیین کنید که یک نوسان ساز با فرکانس $1 MHz$ و دامنه $6V$ ولت بدست آید.

حل: $\frac{L_2}{L_1} = \left(\frac{N_2}{N_1}\right)^2 \Rightarrow L_2 = \frac{1}{10^4} L_1$

$M = k \sqrt{L_1 L_2} = 0.8 \times \sqrt{\frac{L_1^2}{10^4}} = \frac{0.8}{100} L_1$

$\Rightarrow n = \frac{M}{L_1} = 8 \times 10^{-3}$ $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \Rightarrow C = 0.22 nF$

V_L دامنه $= n \times 6V = 8 \times 10^{-3} \times 6 = 48 mV$

$\Rightarrow \alpha = \frac{48 mV}{26 mV} = 1.85$

$\frac{G_m(\alpha)}{g_m} = 0.6$ (1) V_{V_2}

از منحنی 4-5 فصل نینجم کتاب

$G_m(\alpha) = \frac{G_L + n^2 G_E}{n(1 - \frac{n}{\alpha})}$

از طرفی می دانیم:

$n \ll 1$ و $\alpha \approx 1 \Rightarrow G_m(\alpha) \approx \frac{G_L}{n}$ (2)

(1) و (2) $\Rightarrow 0.6 g_m = \frac{G_L}{n} \Rightarrow 0.6 \frac{I_{CQ}}{V_T} = \frac{G_L}{n}$

$\Rightarrow \frac{I_{CQ}}{G_L} = \frac{V_T}{0.6n} = \frac{26 \times 10^{-3}}{0.6 \times 8 \times 10^{-3}} = 5.4$ ولت

انتخاب می کنیم: $\frac{I_{CQ}}{G_L} = 5.4$ $\frac{I_{CQ}}{G_L} = 1 mA$

ولتاژ کولکتر بین 6-12 (یعنی 6) الی 12+6 (یعنی 18 ولت) خواهد بود. ترانزیستور نباید به اشباع برود یعنی باید همیشه $V_E > V_B$ باشد $V_E = V_B - 0.7$ بقدر حل منوط قبل

اگر سیگنال جابجایی موثر کلی
(Total Harmonic Distortion)

اینده آن نبودن (به نسبت نبودن ϕ_{TH}) از راهای RLC مورد استفاده در نوسان سازهای سینوسی باعث می شود که هارمونیک های دوم، سوم و... که بدلیل کارکرد ترانزیستور در رژیم غیر خطی تولید می شود باعث اعوجاج (غیر سینوسی شدن) سیگنال خروجی می شوند. برای مطالعه این پدیده پارامتر THD تعریف می شود:

$$THD = \sqrt{\sum_{k=2}^{\infty} \left(\frac{V_{ok}}{V_{o1}}\right)^2}$$

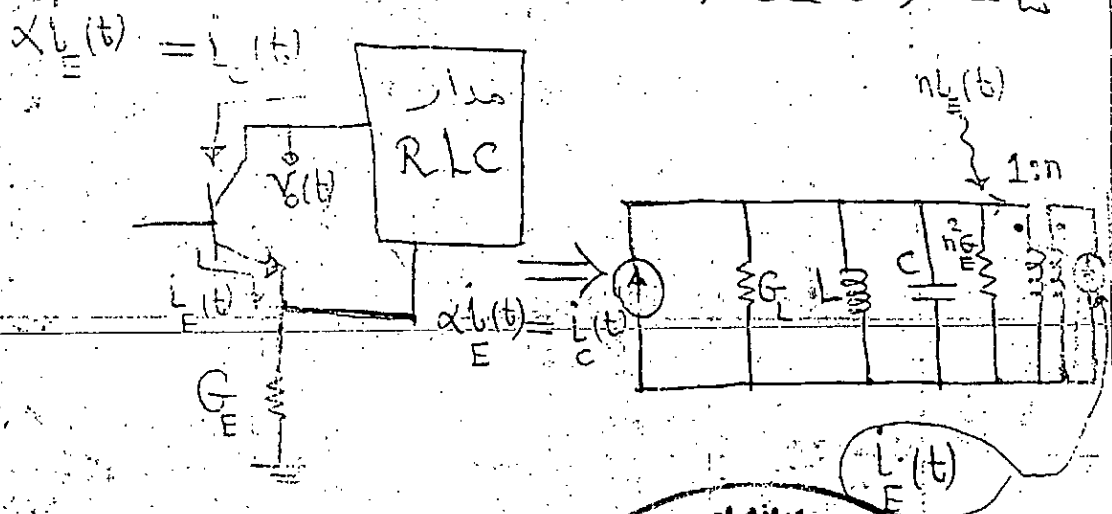
V_{o1} دامنه هارمونیک k ام خروجی
 V_{ok} دامنه اصلی خروجی (هارمونیک)

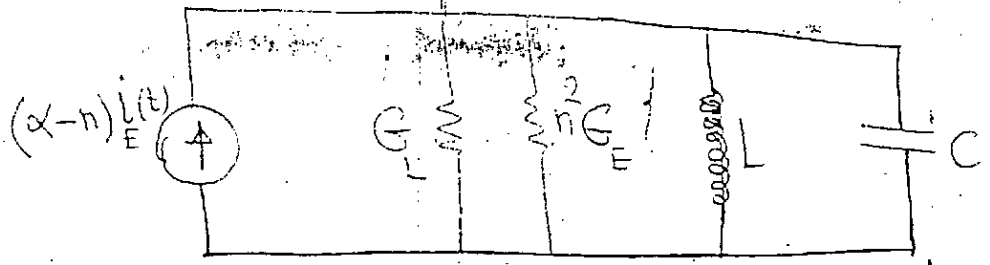
هر قدر پارامتر THD کوچکتر باشد اعوجاج کمتر است.

برای بدست آوردن پارامتر THD برای نوسان سازهای کوپلیتر، هارتلی و کلکتر تنظیم شده جریان $i_E(t)$ را بطور کلی چنین در نظر می گیریم:

$$i_E(t) = I_{Edc} \left\{ 1 + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{2I_n(x)}{I_0(x)} G_n(n\omega_0 t) \right\}$$

ساختار کلی این نوسان سازها چنین است:





$$V_{o1} = \frac{1}{(G_L + n^2 G_E)} \times (\alpha-n) I_E \times \frac{2I_1(\alpha)}{I_o(\alpha)}$$

$$\Rightarrow V_{o1} = \frac{\alpha I_{Edc} \left(1 - \frac{n}{\alpha}\right) \frac{2I_1(\alpha)}{I_o(\alpha)}}{G_L + n^2 G_E}$$

دامنه خارج مونتیکه اصلی

دامنه مؤلفه (خارج مونتیک) k ام:

$$V_{ok} = \alpha I_{Edc} \left(1 - \frac{n}{\alpha}\right) \frac{2I_k(\alpha)}{I_o(\alpha)} \times |Z(jk\omega_o)|$$

$$Z(jk\omega_o) = \frac{1}{G_L + n^2 G_E + j\left(c\omega - \frac{1}{L\omega}\right)}$$

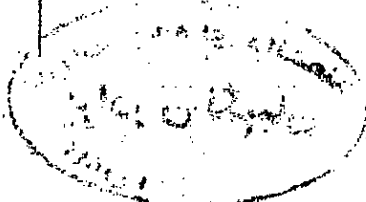
که $k=1$ آن:

اگر چند بیت کیفیت مدار حداقل 10 باشد (پس $\omega \ll \omega_o$)
 آنگاه داریم (برای دیدن اثبات به رابطه 4-11 از فصل سوم کتاب رجوع شود):

$$|Z(jk\omega_o)| \approx \frac{k}{c\omega_o(k^2 - 1)}$$

از طرفی معمولاً $n \ll 1$ است پس:

$$G_L + n^2 G_E \approx G_L$$



27

ccir
2.7
ccir

بنابرین داریم:

$$THD = \sqrt{\sum_{k=2}^{\infty} \left(\frac{I_k(\alpha)}{I_1(\alpha)} \right)^2 \left(\frac{G_L}{L} |Z(jk\omega_0)|^2 \right)}$$

$$\Rightarrow THD = \left(\frac{G_L}{C\omega_0} \right) \sqrt{\sum_{k=2}^{\infty} \left(\frac{k}{k^2-1} \right)^2 \left(\frac{I_k(\alpha)}{I_1(\alpha)} \right)^2}$$

صریحت کیفیت مدار

$$\Rightarrow THD = \frac{D(\alpha)}{\Phi_{\pi}}$$

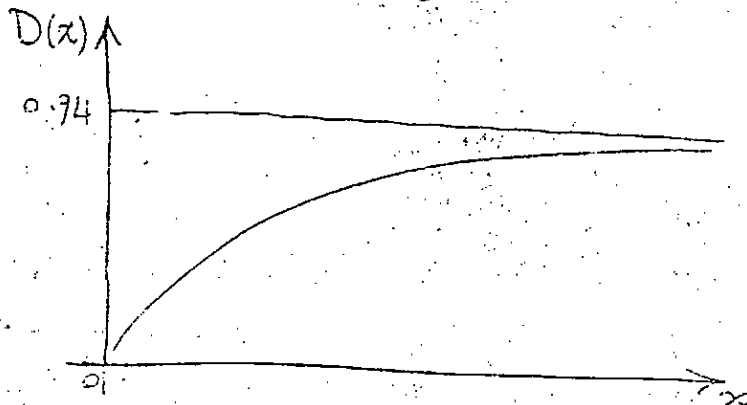
با افزایش مقدار α مقدار THD کم می شود

$$\Phi_{\pi} = \frac{G_L}{C\omega_0}$$

که \rightarrow آن

$$D(\alpha) = \sqrt{\sum_{k=2}^{\infty} \left(\frac{k}{k^2-1} \right)^2 \left(\frac{I_k(\alpha)}{I_1(\alpha)} \right)^2}$$

منحنی $D(\alpha)$ بر حسب α -> شکل 4-7 از فصل هشتم کتاب داده شده است. با افزایش α مقدار $D(\alpha)$ زیاد می شود:



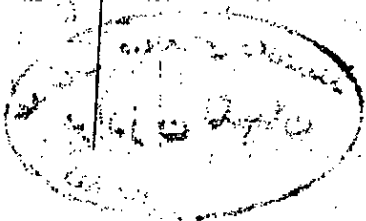
α	$D(\alpha)$
2	0.294
3	0.385
6	0.546
10	0.642
15	0.695
20	0.727
26	0.755
∞	0.940

هرگاه $THD < 10^{-2}$ باشد از نظر مافوسان ساز سیوی

عالی است.

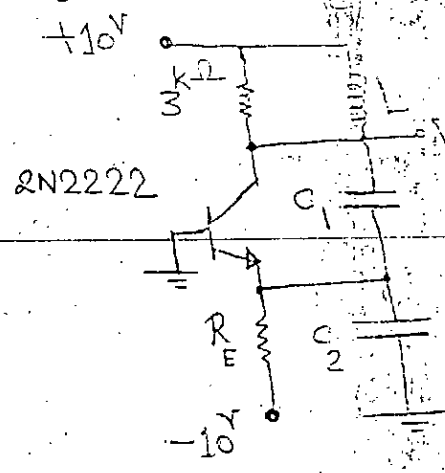
خدمات رایانه ای دانشمند
برادرین نگهبان
کلمه 1

10



28
ccir

تایید یک نویسنده که این مدار را برای تولید یک سیگنال مربعی با فرکانس 3000 هرتز و دامنه ولت 6 در کانال 1 و 2 تولید کند. بار مقدار 3 kΩ و تعداد در دسترس 2N2222



$$V_o(t) = 9.3 \sin(10^4 t)$$

حل: مدار مورد نظر چنین است
 نکته: برای اینکه دامنه فرکانسات برای حساسیت کمی نسبت به تغییرات دما باشد باید مقدار α را بزرگ انتخاب کنیم (مثلاً $\alpha = 10$)
 (موانع در کتاب)

بین انتخاب می کنیم: $\alpha = 10$
 مدار فوق داریم:

$$V_{\lambda} = [R_E + (1-\alpha)R_B] I_{EQ} = 9.3$$

$$\Rightarrow \frac{V_{\lambda}}{V_T} = 357.8 \Rightarrow \text{از معنی 4.5} \Rightarrow \frac{G_m(\alpha)}{g_{mq}} = 0.19$$

$$\Rightarrow \frac{G_L + n^2 G_E}{n g_{mq} (1 - \frac{n}{\alpha})} = 0.19$$

با $\alpha = 10 > 1$ داریم: $D(\alpha) = 0.642$ پس برای $\text{THD} = 0.01$ داریم:

$$Q_{PT} = \omega_0 C R = 64.2 \Rightarrow C = \frac{64.2}{\omega_0 R_L} = \frac{64.2}{10^4 \times 3000} = 2140 \text{ pF}$$

$$\Rightarrow \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} = 2140 \text{ pF} \quad L = \frac{1}{C \omega_0^2} = 4.67 \text{ } \mu\text{H}$$

از طرفی داریم:

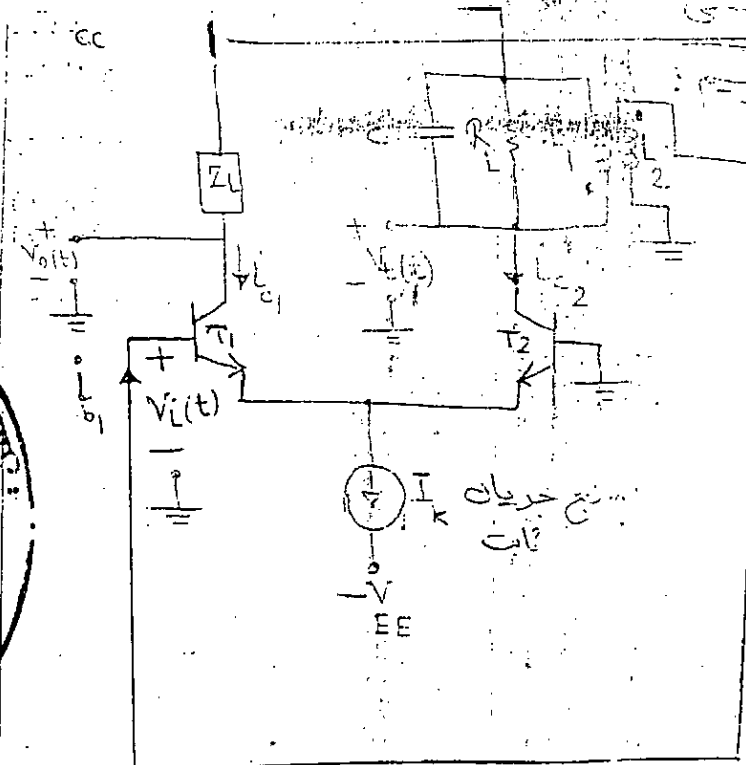
$$\frac{V_i}{V_o} = n \Rightarrow \frac{\alpha V_T}{9V} = n \Rightarrow n = \frac{10 \times 26 \text{ mV}}{9000 \text{ mV}} = 0.029$$

$$n = \frac{C_1}{C_1 + C_2} = 0.029 \Rightarrow \begin{cases} C_1 = \frac{C}{1-n} = 2200 \text{ pF} \\ C_2 = \frac{C}{n} = 74 \text{ nF} \end{cases}$$

و n و G معلوم شد و داریم $\alpha \ll 1$ و $n^2 G_E \ll G_L$

$$\Rightarrow \frac{G_L}{n g_{mq}} = 0.19 \Rightarrow \frac{1}{3000 \times 0.029 \times 10^4} = 0.06 \Rightarrow I = 1.57 \text{ mA} \Rightarrow R_E = 5.9 \text{ k}\Omega$$

مدار زیر را در نظر بگیرید



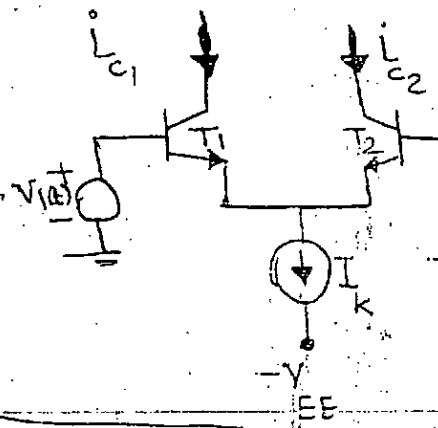
خواهیم دید این مدار یک فرکانس بالا میوه است

این فرکانس بالا مدار در مرتبه عبور فرکانس بالا را میوه است

دارد. 1- بار Z_L خارج از حلقه میوه است. بین تعیین اثری بر فرکانس و دامنه میوه ندارد.

2- بار Z_L و Z_{in} معلوم امواج هارمونیک کلی خروجی حلقه کمتر از فرکانس کتده های تک تر است میوه است. زیرا همانگونه که در فصل دوم دیدیم هارمونیک های زوج در جریان کلکتور تر است میوه ها وجود ندارند.

برای تعیین و رسم مدل دینامیکی، صفحه منحنی (مثال بزرگ) زوج تنها حلقه را از فصل دوم یادآوری میوه کنیم.



$$V_1(t) - V_2(t) = V_o(t)$$

$$\alpha = \frac{V_o}{V_T}$$

$$G_m(\alpha) = \frac{I_k}{V_o}$$

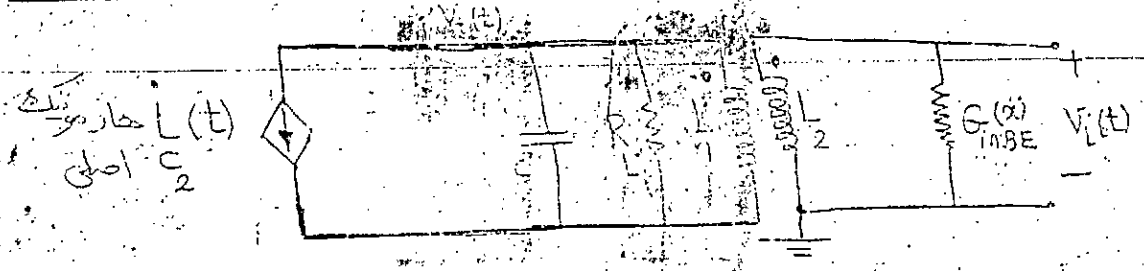
دانه هارمونی اصلی V_o

$$G_m = \frac{\alpha I_k}{4V_T}$$

$$\Rightarrow \frac{G_m(\alpha)}{g_m} = \frac{V_o}{\alpha}$$

شکل 5-6 از فصل 2 کتاب رسم شده است

پس مدل دینا مین برسان با زوج کتاب ان چین می مشون

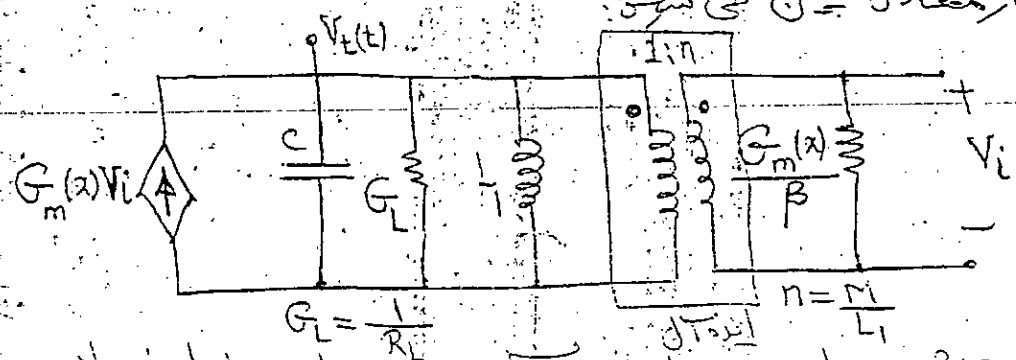


داریم: $L(t) = -G_m(x) V_t(t)$

دانه خارجی اصلی $G_{inBE} = \frac{\text{دانه خارجی اصلی}}{\text{دانه}} = \frac{L_1}{\beta \times V_t(t)}$

$G_{inBE} = \frac{G_m(x)}{\beta}$

پس مدار معادل چین می مشون:



مشاهده می مشون مدار معادل در سمت آمد چین مدار معادل نویسان سازهای خیلی است پس این مدار یک نویسان ساز نام مشخصات زیر است:

① - شرط نویسان: $g_m > \frac{G_L}{n(1-\frac{n}{\beta})}$

② - فرکانس نویسان: $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$

③ - فرمول تعیین فرکانس نویسان: $G_m(x) = \frac{G_L}{n(1-\frac{n}{\beta})}$

دانه V_t $= \frac{\text{دانه } V_t}{n} = \frac{\alpha V_T}{n}$



بار Z_L می تواند یک مدار RLC برای ω یا ω_c یا
 و نیز کاملاً مرکزی یا ω_c یا ω_c (برای استخراج فرکانس
 یا ω_c مرکزی موم).

* برای نویسان سباز زوج تناضلی بدست می آید (با تحلیل مشابه
 آنچه در نویسان سباز تک ترازی سیگنالی گفته شد):

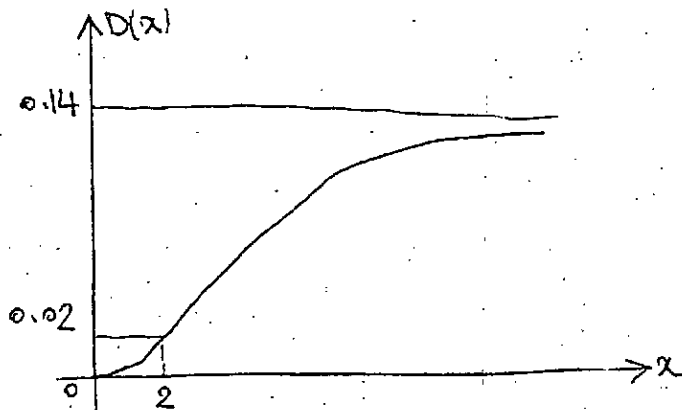
$$THD = \frac{D(x)}{Q_T} \quad \text{و} \quad Q = RC\omega_c$$

تابع $D(x)$ چنین است:

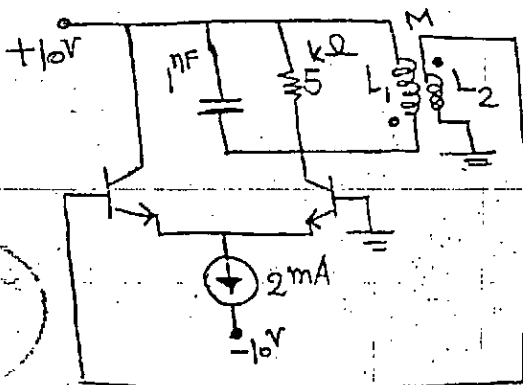
$$D(x) = \sqrt{\sum_{n=2}^{\infty} \left(\frac{2n-1}{(2n-1)^2-1} \right)^2 \left(\frac{a_{2n-1}(x)}{a_1(x)} \right)^2}$$

$a_1(x)$ و $a_{2n-1}(x)$ رادیکال دوم تعریف کرده ایم.

نمودار $D(x)$ بر حسب x در شکل 3-5 از فصل سوم کتاب
 رسم شده است.



جالب آینه: $\frac{D(x) \text{ برای زوج تناضلی}}{D(x) \text{ برای تک ترازی سیگنالی}} < \frac{1}{7} \quad \forall x$

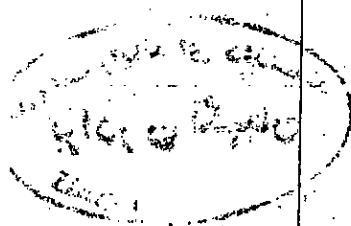


مثال: در نویسان کتده زیر
 باید $V_o(t)$ و THD را

$$L_1 = 10 \mu H$$

$$M = 0.2 \quad k = \frac{1}{3}$$

$$\beta_{min} = 100$$



30
ccir

$n = \frac{1}{f} = 0.02$ ← $\omega_0 = 10^7 \text{ rad/s}$ حل

$r = R = 50$ $\phi = \frac{E_F}{2V_T} = \frac{I_x}{2V_T} = 2 \text{ mA}$
 $= \frac{1}{26} \text{ V}$

$\Rightarrow g_m = \frac{2I_x}{V_T} = \frac{\beta}{\beta+1} \times \frac{1}{52} \text{ V} = \frac{100}{101} \times \frac{1}{52}$

$\Rightarrow g_m = 19 \times 10^{-5} \text{ S}$ $G_m(x) \sim G_L$
 5000×0.02

$\Rightarrow \frac{G_m(x)}{g_m} = 0.52 \Rightarrow \alpha = 4.2$

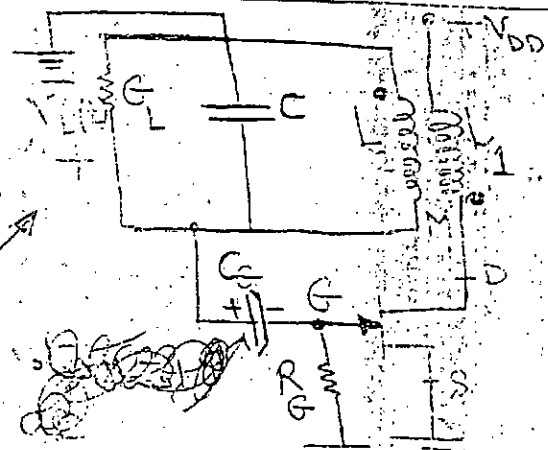
\Rightarrow $\text{بافت خروجی} = \frac{26 \text{ mV} \times 4.2}{0.02} = 5.45 \text{ V}$

$\Rightarrow V_o(t) = 10 \text{ V} + 5.45 \text{ V} \cos(10^7 t) \Rightarrow T_2$ ترانسستور
 به استیج بعدی رود.

$\alpha = 4.2 \Rightarrow D(\alpha) = 0.065$ محاسبه THD

$\Rightarrow \text{THD} = \frac{0.065}{50} = 0.0013 = 0.13\%$ صد

THD چقدر کوچک است.



فرمان ساز با FET

مدار متوالی را در نظر میگیریم.

یا اس FET در یک مدار

به صورت clamp-biased

است (به شکل دوم در سنجش

کند)

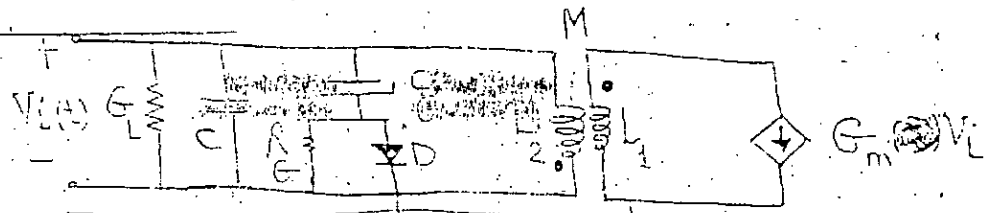
یعنی ثابت زمانی $R_G C_G$ خیلی بزرگتر از دوره تناوب

نوسان است لذا خازن C_G از طریق دیود D_S تا مقدار

بیک $V_i(t)$ شارژی شود و - معادله ولتاژی ماند

مدار معادله دینامیکی چنین است

تعمیرات رایانه ای دانشگاه تهران
نژادری نگهبان

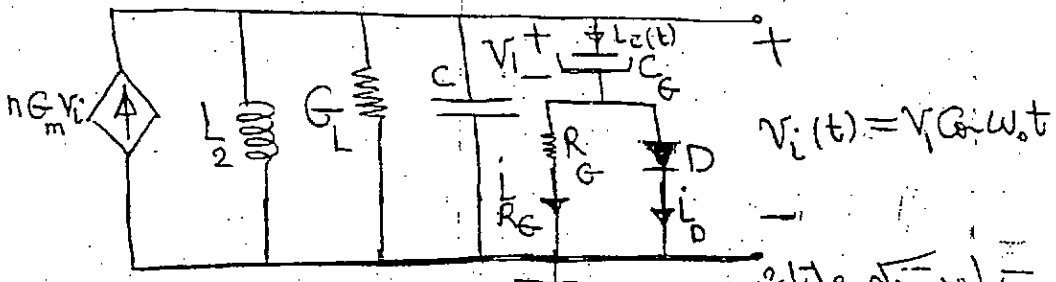
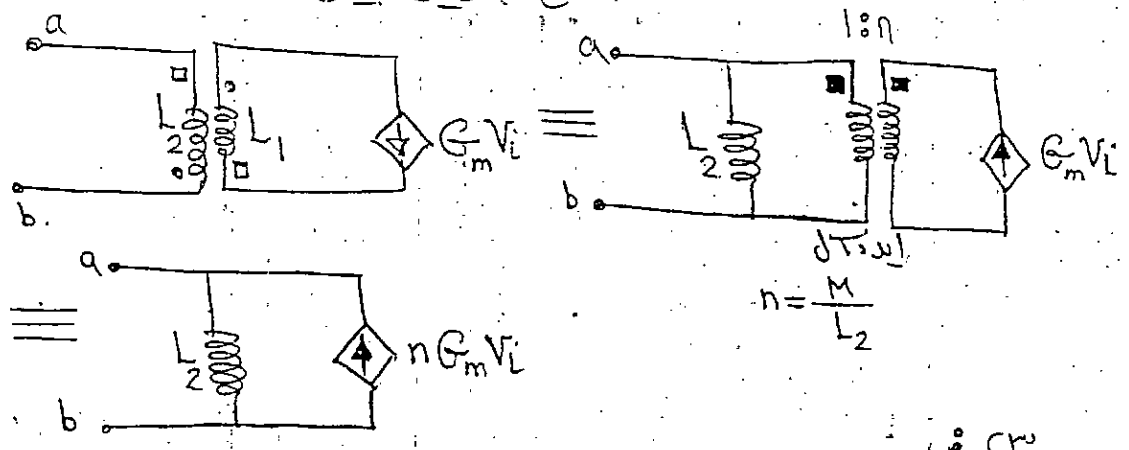


دیود D را ایده آل فرض می کنیم

در فصل دوم از درس دیدیم g_m تابعی از $\frac{V_i}{-V_p}$ می باشد
 (V_i دامنه $V_i(t)$ بود) نمودار این تابع در شکل 4-9 و از
 فصل چهارم کتاب رسم شده است

$$g_{m0} = \frac{2 I_{DSS}}{-V_p}$$

نسبت ترانسفورماتور و سطح جریان چینی می شود:

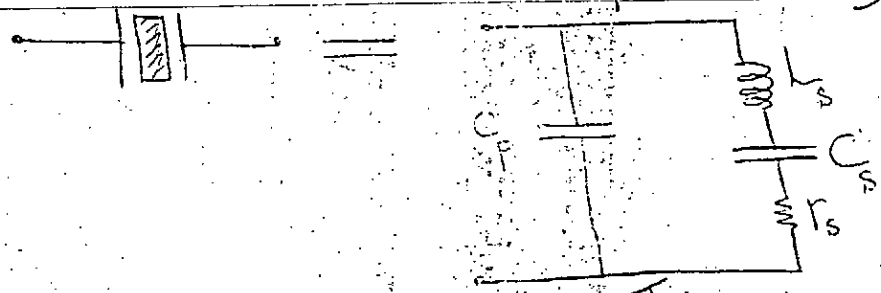


درست است که ولتاژ دو سر خازن C تقریباً مقدار ثابت V_i است ولی در شبکه های
 هست ولتاژ $V_i(t)$ خازن C از طریق دیود D مشاء

می توان جریان دیود را پالس های بسیار باریک در نظر
 بگیریم. بسط این پالس های بسیار باریک به سری فوریه
 چینی است (دامنفرمیان ثابت کنند):

نرخ بیان ممتازهای کمر سیگنال

در تمام نرخ بیان سازه‌های تحت ملاحظه تا آنجا که فرکانس نویسان ممتاز
توسط یک مدار C.L.C. تعیین می‌شوند به هر دو دلیل مقدار L یا C
تعیین کنند فرکانس نویسنده خواهد خورد.
برای داشتن یک فرکانس ثابت و پایدار باید از کمر سیگنال
اوج تر استفاده کنیم.



مدار معادل کمر سیگنال

فرکانس
سری

$$f_s = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_s C_s}}$$

فرکانس
موازی

$$f_p = \frac{1}{2\pi\sqrt{\frac{C_p + C_s}{L_s C_p C_s}}}$$

$$\Rightarrow f_p = f_s \sqrt{1 + \frac{C_s}{C_p}}$$

مثال: کمر سیگنال 3 MHz

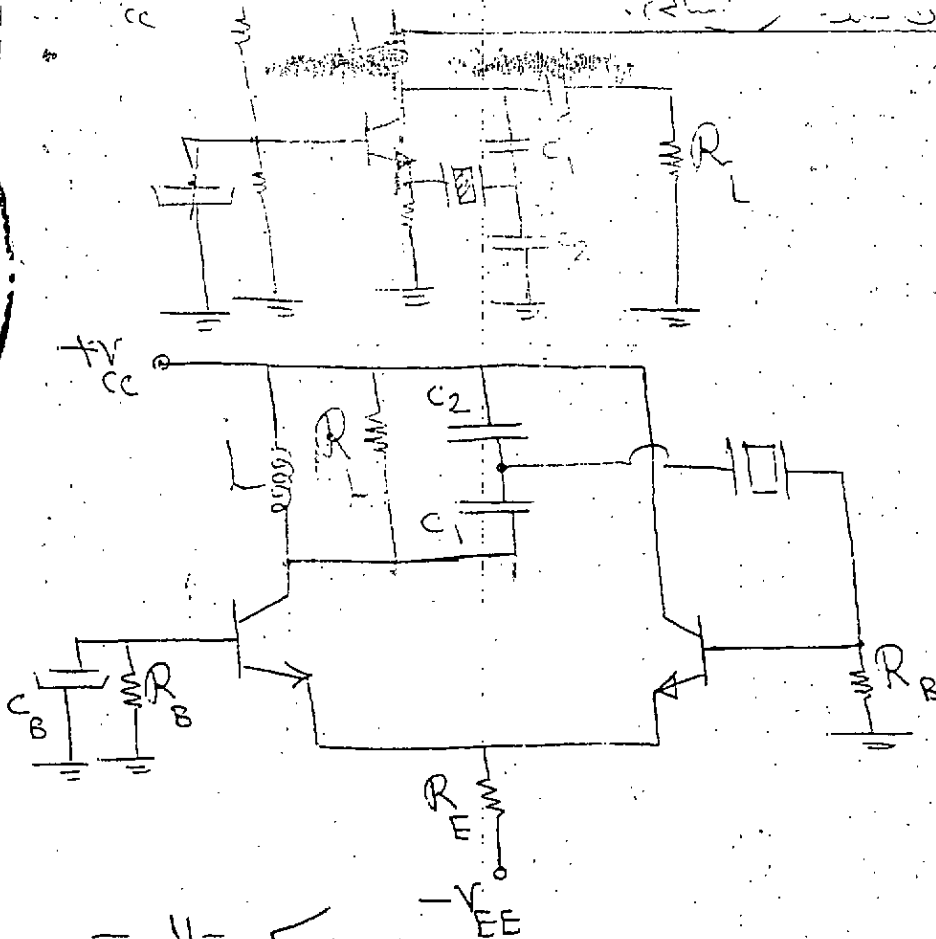
$C_p = 29 \text{ pF}$ و $C_s = 0.054 \text{ pF}$ و $L_s = 54.8 \text{ nH}$ و $r = 15 \Omega$

$\Rightarrow f_s = 2.924 \text{ MHz}$ و $f_p = 2.927 \text{ MHz}$

$\Rightarrow Q = \frac{L_s \omega_s}{r_s} = 57000$



مطالعات رایانه ای دانشجویان
 نژادری نکیبان



برای مطالعه دقیق تر نوسان سازهای کرسالی نسبت
 7 از فصل هشتم کتاب مطالعه سفید.

مسائل زیر از فصل هشتم کتاب به حل شوند:

- 20 و 19 و 18 و 13 و 12

تمرین: نوسان ساز FET طراحی کنید که در فید بک
 10 MHz روی بار 600 اهمی، سیگنالی با دامنه 200 mV
 تولید کند ($V_p = -5V$ و $I_{DSS} = 10mA$)

تمرین: یک نوسان ساز زوج تفاضلی طراحی کنید که در فید بک
 1 MHz روی بار 1 kΩ، سیگنالی با دامنه 5V و $H.D. < 10^{-3}$ تولید کند

«پایان فصل نوسان سازها»

$$i_D(t) = I_{dc} \left(1 + 2 \sum_{n=1}^{\infty} C_n \cos n\omega t \right)$$

یعنی / دامنه بار موثرها = دو برابر مقدار متوسط
 مقدار متوسط جریان بار C_G در حالت دائمی صفر است
 پس:

$$\overline{i_D(t)} + \overline{i_{RG}(t)} = 0$$

ولتاژ دو سر مقاومت R_G چنین است:

$$V_{RG}(t) = V_1 \cos \omega t - V_1 \Rightarrow \overline{V_{RG}(t)} = -V_1 \Rightarrow \overline{i_{RG}(t)} = \frac{-V_1}{R_G}$$

$$\Rightarrow \overline{i_D(t)} = \frac{V_1}{R_G} \Rightarrow \boxed{I_{dc} = \frac{V_1}{R_G}}$$

$$\Rightarrow \boxed{\overline{i_D(t)} = \frac{2V_1}{R_G}}$$

دامنه بار موثر اصلی

پس معادله جریان بار C_G چنین می شود:

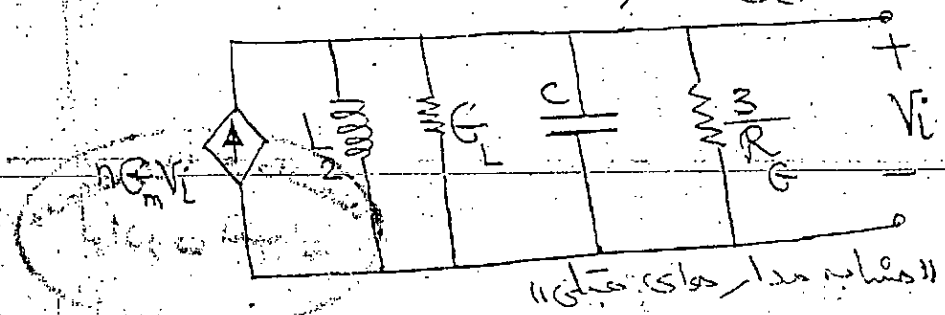
$$i_{C_G}(t) = i_D(t) + i_{RG}(t)$$

$$\Rightarrow i_{C_G}(t) = \left(\frac{2V_1}{R_G} \sum_{n=1}^{\infty} C_n \cos n\omega t \right) + \left(\frac{V_1}{R_G} \cos \omega t \right)$$

$$\Rightarrow \boxed{\overline{i_{C_G}(t)} = \frac{3V_1}{R_G} = \frac{V_1}{R_G/3}}$$

دامنه بار موثر اصلی

بنابراین مدار معادل چنین می شود:



۱۹

خدمات رایانه ای دانشمند
 پروازان نگهبان
 تلفن:

زیرا داریم:

1- شرط نوسان: $\frac{d}{d\omega} \left\{ \frac{L_2}{M} (G_L + 3G_C) \right\}$

2- فرکانس نوسان: $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{L_2 C}}$

3- فرمول تعیین دامنه نوسان:

$G_m = \frac{L_2}{M} (G_L + 3G_C)$

مثال: در نوسان ساز با FET با فرض $L_2 = 10 \mu H$ و $M = 1 \mu H$ و $C = 10^{PF} = C_G$

$R_G = 3 M\Omega$ و $R_L = 5 k\Omega$ و $V_p = -4V$ و $I_{DSS} = 4 mA$

ولتاژ دوسر R_L را بیابید.

$\omega_0 = 10^8 \frac{rad}{s}$

$Q_T = 47.5$

$g_{m0} = 2000 \mu mho$

$\frac{G_m}{g_{m0}} = 0.105 \Rightarrow \frac{V_i}{-V_p} = 1.67$

$\Rightarrow V_i = 6.67 V \Rightarrow V_i(t) = 6.67 \cos(10^8 t)$

