

بسم الله الرحمن الرحيم

کتابخانه III

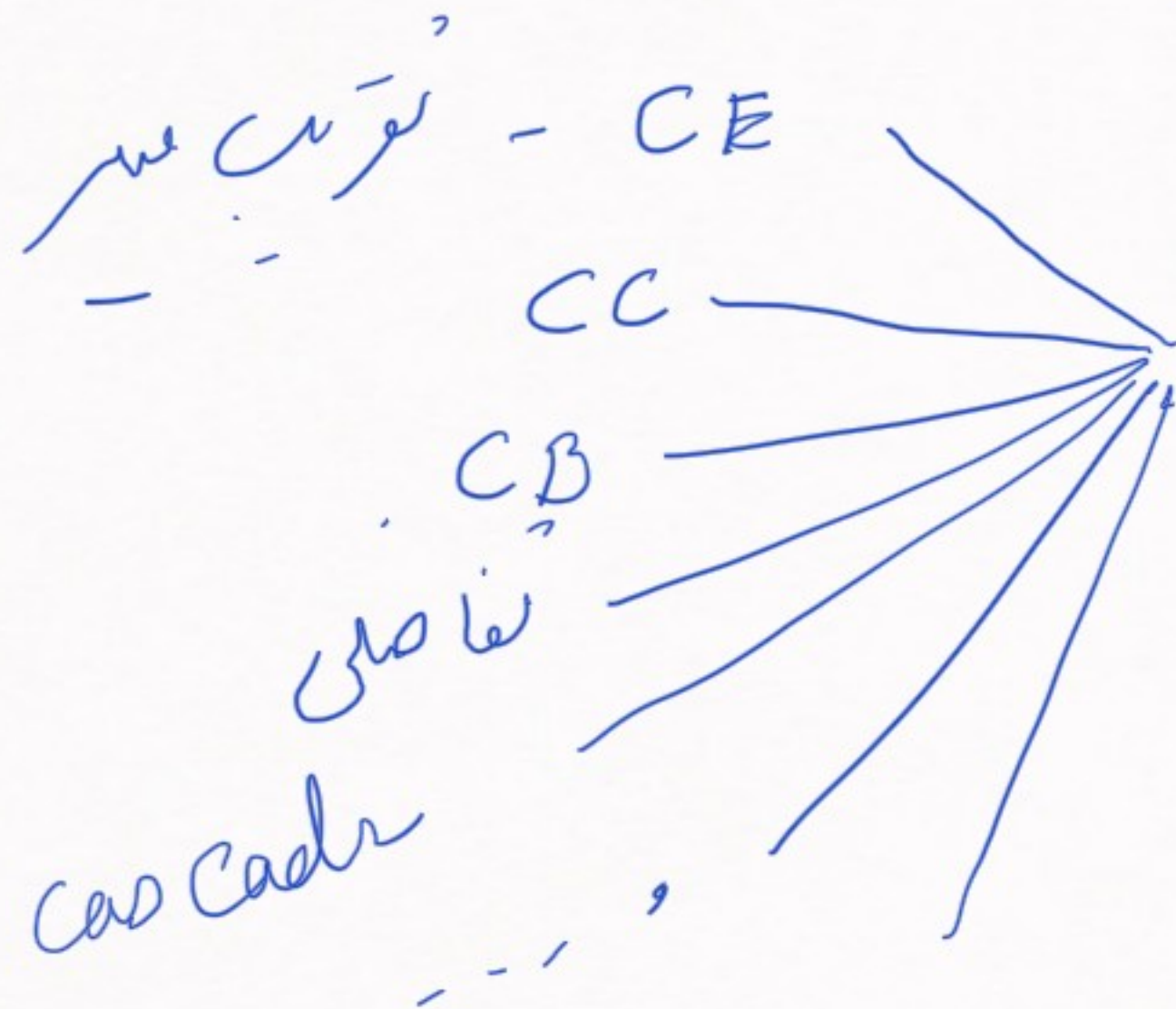
بجای درس: ① مدلی مدل های مختلف سیگنال کوکب ترانزیستور (S, Z, h,  $\pi$ )

و مدار مدل فرکانس بالا ترانزیستور BJT - JFET - MOSFET

② پاسخ فرکانس تقریب کنند، های یک صفحه و چند صفحه

الف - بررسی پاسخ فرکانس باین

ب - بررسی پاسخ فرکانس بالا تقریب کنند



نکته: رسم نمودار Bode را باید دید



\* در مدارها اندکی شل تر از تئوری

خازن ها بهرین : خازن ها کوپل ژوبالی پس ( عدد میده ← بزرگ )

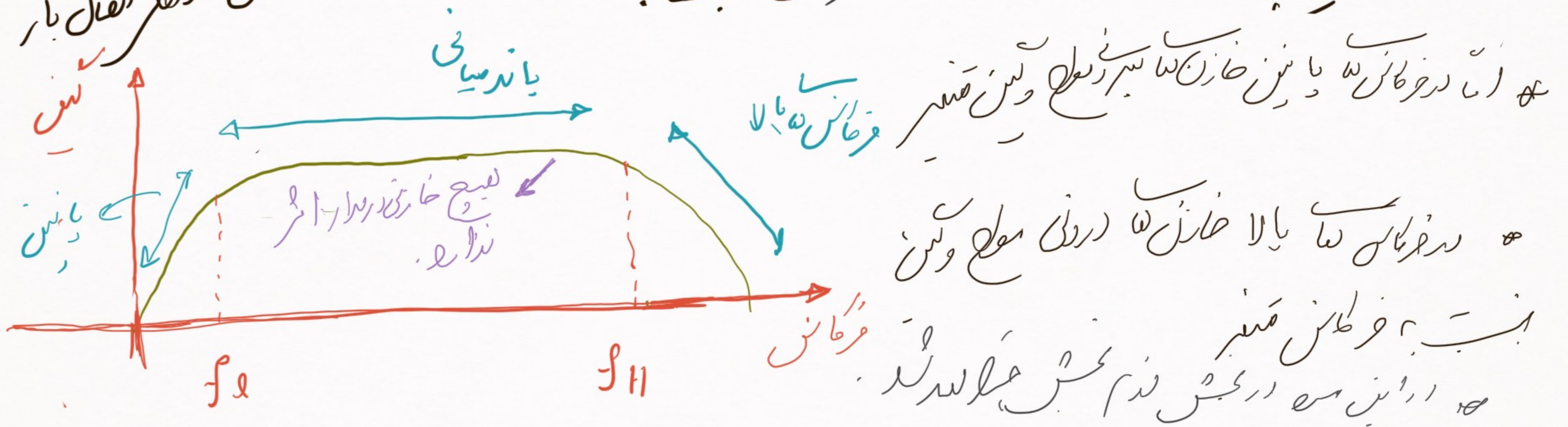
خازن ها داخلی : خازن ها دایره تر از تئوری ها ( عدد پیکو ← کوچک )

\* در اندک ترین I و II سنی فرکانس ها میانی ← خازن ها و فرکانس کردم

نزد مدار بهین خازن ریز ریز است : فرکانس ثابت

خازن ها خارجی اتصال کوتاه

خازن ها داخلی اتصال باز





③- پاسخ فرگانی تقدیم کننده ها می بیند یک دارو بررسی پایداری - مدارهای جریان ساز و

جریان سازی فرگانی در تقدیم کننده - ضایع  $GM$ ,  $DM$  - مکان هندسی برشها

④- محسن و بررسی مدار داخلی تقدیم کننده ها محمد (المورخه 741) آشنایی با کفها آن  
بررسی اجزای پاسخ فرگانی آن

⑤- تقدیم کننده ها قدرت ضایع  $A$  ,  $B$  ,  $AB$

⑥- مدنی لاهی رسیدن تورها فیوپی

⑦- فونر اردارها اندرکشی (الذراع فونرها - فونر ضاربت - الود - ترازیفونر)



مربع : \* 1- کنه - خیس و حلالی مدارها جمع آنتاوت و سر Gary & Megor

\* 2- خیس و حلالی مدارها جمع آنتاوت کنه لهر دار شریف بختیار (لانشاء صفت سرکوف)

3- حلالی مدارها جمع CMOS آنتاوت بهزار رهنی

4- مبنی سر و آنتاوت بهزار رهنی

5- سر و آنتاوت صد (Sedra)

6- کنه - آنتاوت 3 رنه شافی

7- لانشاء اتم حسین

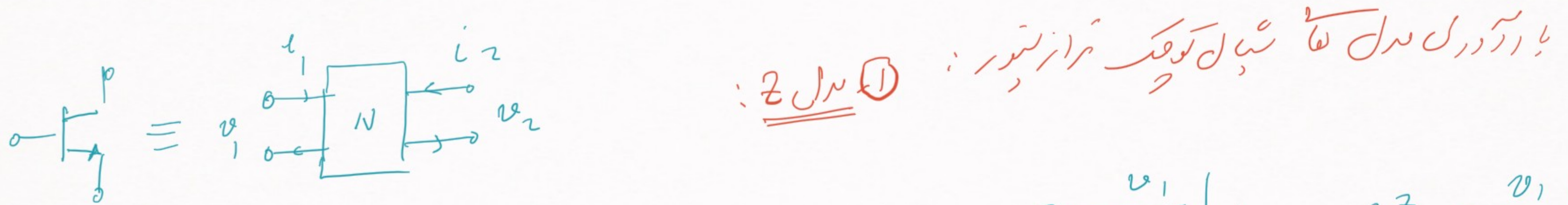


صدی ارزیابی :

۱۲ مجموعه {  
\* آسان میان ترم  
\* تمرینات ارکی  
\* تمرینات شبیه سازی  
\* مکثرها  
\* پایان ترم ← ۸ غره

تدریس - ارسال تمرینات - مکثرها را تا زمان فقط از طریق سامانه LMS در دست قرار می دهیم.





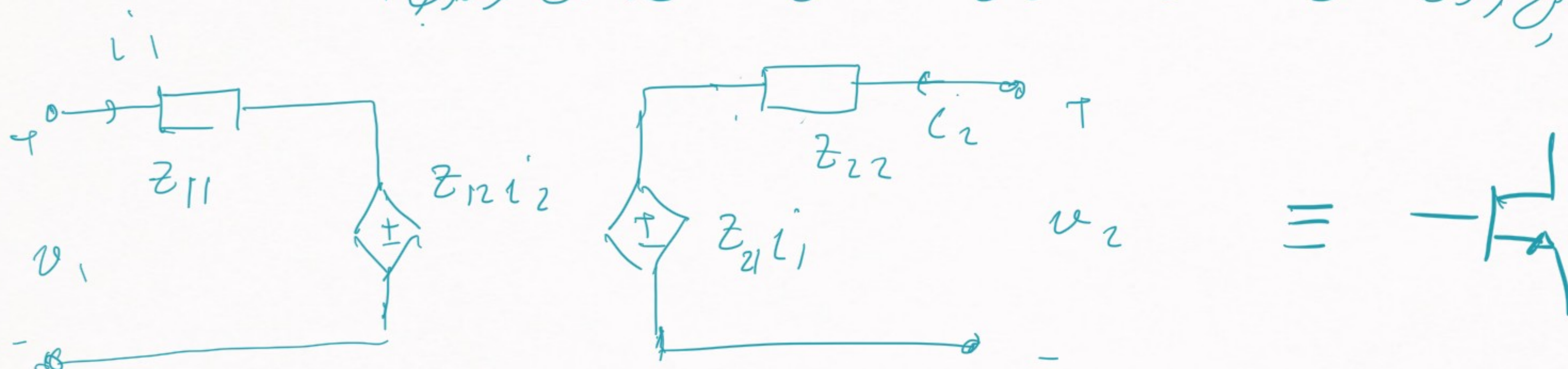
$$\begin{cases} v_1 = Z_{11} i_1 + Z_{12} i_2 \\ v_2 = Z_{21} i_1 + Z_{22} i_2 \end{cases}$$

و ماتریسی  $V = Z I$

$$Z_{11} = \frac{v_1}{i_1} \Big|_{i_2=0} \quad , \quad Z_{12} = \frac{v_1}{i_2} \Big|_{i_1=0}$$

$$Z_{21} = \frac{v_2}{i_1} \Big|_{i_2=0} \quad , \quad Z_{22} = \frac{v_2}{i_2} \Big|_{i_1=0}$$

در لحاظ با این روش ها  $Z$  و ماتریسی دیگر می توان با  $Z$  ماتریسی، خازن و سلف



توجه: این مدار ها هم برای ترانزیستور NPN و هم PNP می باشند.



② مدل  $y$  :

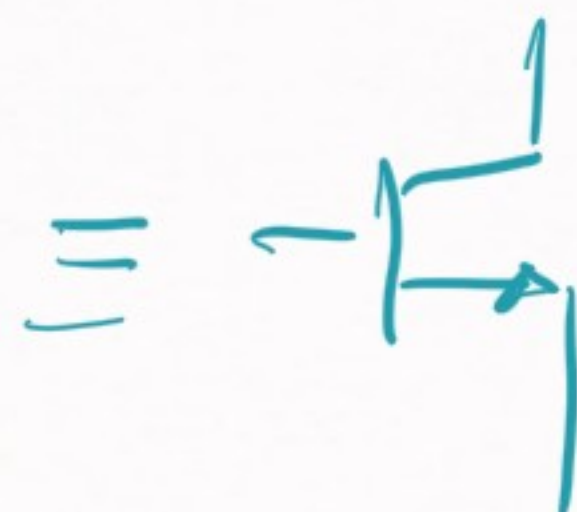
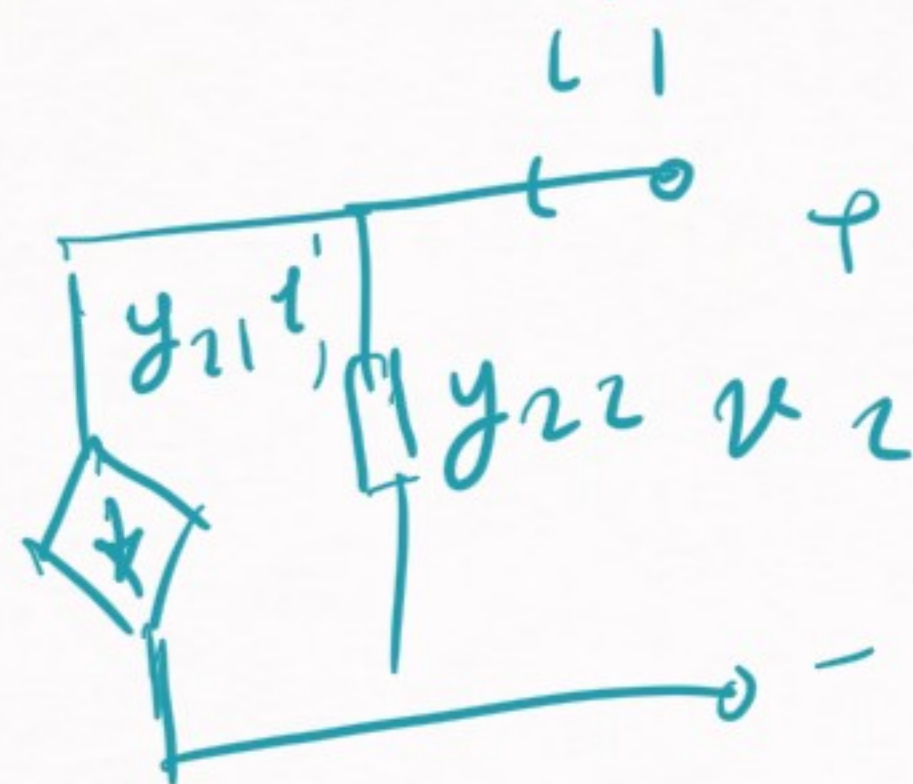
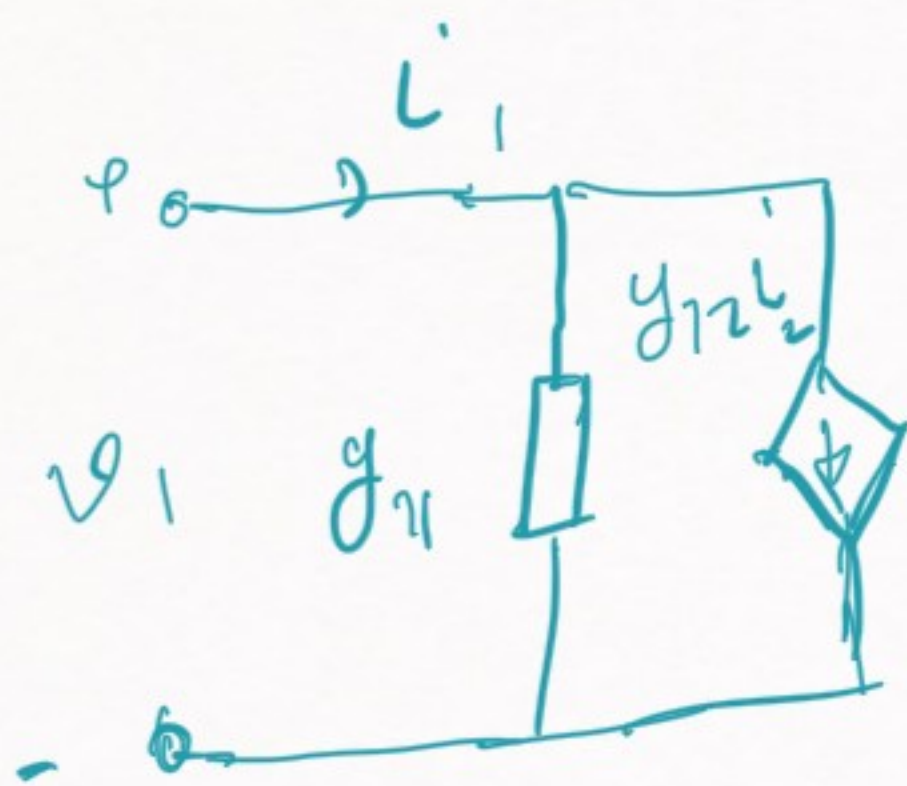
$$\begin{cases} i_1 = y_{11}v_1 + y_{12}v_2 \\ i_2 = y_{21}v_1 + y_{22}v_2 \end{cases}$$

ماتریس  $I = y v$

$$y_{11} = \frac{i_1}{v_1} \Big|_{v_2=0}$$

$$y_{22} = \frac{i_2}{v_2} \Big|_{v_1=0}$$

تدریس -  $z = y^{-1}$  (ماتریس  $z$  معکوس  $y$ )



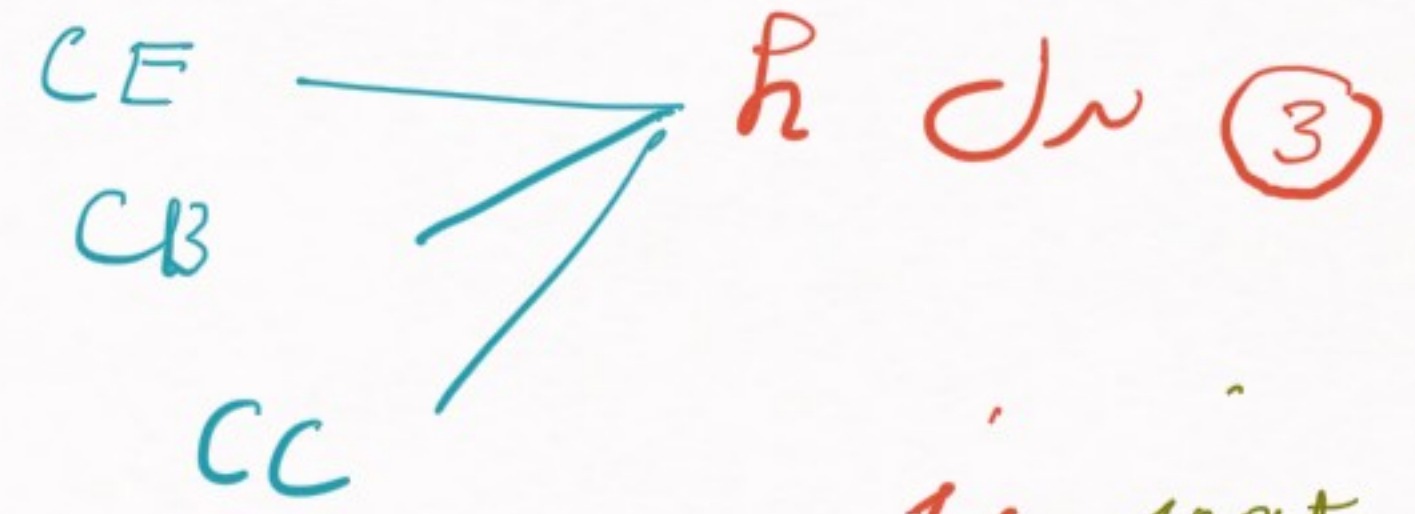
از فرکانس که بالا می‌رود  $y$  با اعداد مختلط می‌شود و این باعث می‌شود که رطوبت (



$$\begin{cases} v_1 = h_{11} i_1 + h_{12} v_2 \\ I_2 = h_{21} i_1 + h_{22} v_2 \end{cases}$$

$h_{11}$   $h_{12}$   
 $h_{21}$   $h_{22}$

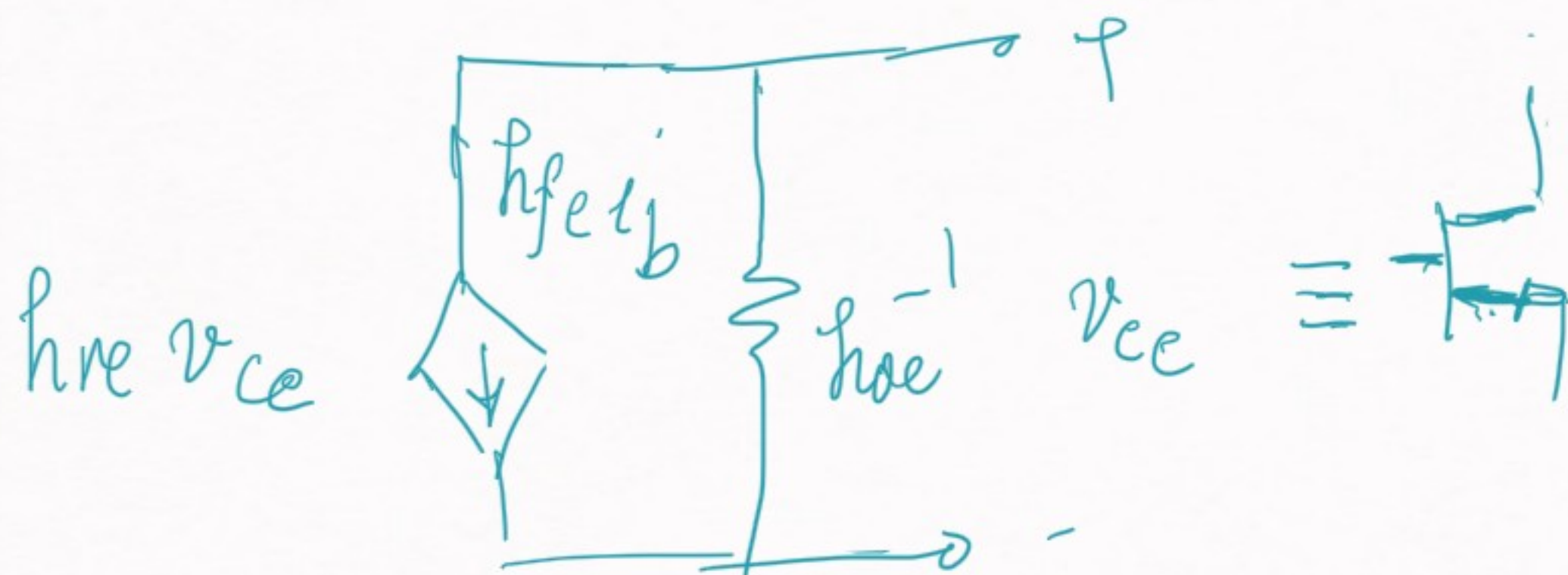
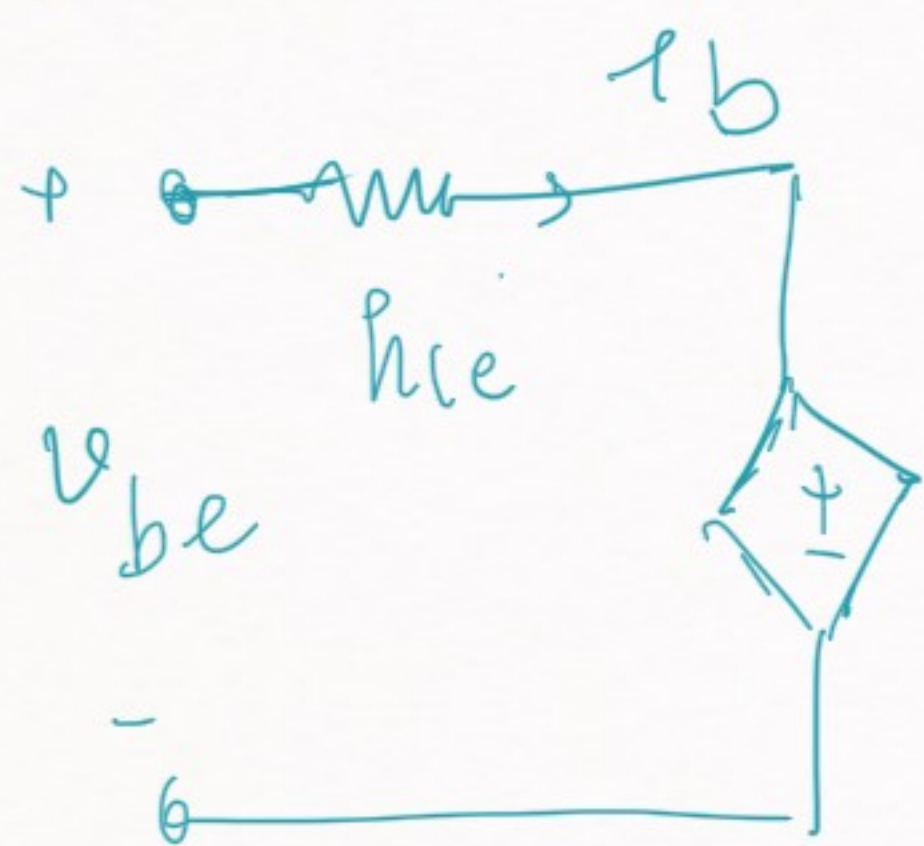
h parameters



$i$ : input  
 $r$ : reverse  
 $f$ : forward  
 $o$ : output

CE h parameters

$$\begin{cases} v_{be} = h_{ie} i_b + h_{re} v_{ce} \\ i_c = h_{fe} i_b + h_{oe} v_{ce} \end{cases}$$



$$h_{ie} = \beta \frac{V_T}{I_C}$$

$$h_{fe} = \beta_0$$

$$h_{re} \approx 0$$

$$h_{oe}^{-1} = \frac{V_A}{I_C}$$

h parameters

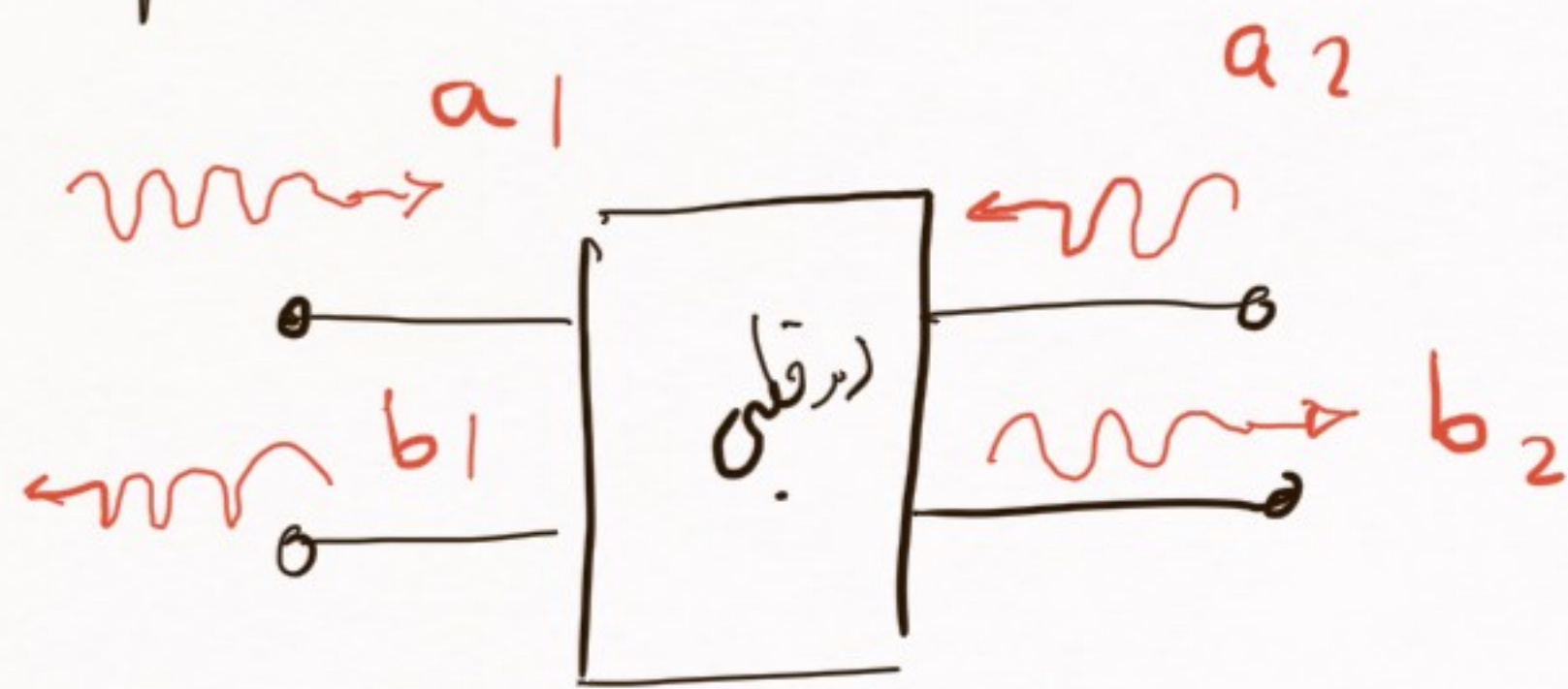
h parameters

$\begin{cases} e \rightarrow b : CB \\ e \rightarrow c : CC \end{cases}$



(4) مدل S :  
 در اینجا ما با دو ورودی داریم  
 microwave سی 1 GHz لوله‌های  $x$ ,  $y$ ,  $z$  و  $\pi$  است.

خبر ورود و خروج اتصالات (معمولاً) و اثرات کوتاه داریم و اثرات را می‌بینیم  
 Scattering parameter



$\left. \begin{array}{l} a \text{ موج رفت} \\ b \text{ موج برگشت} \end{array} \right\}$

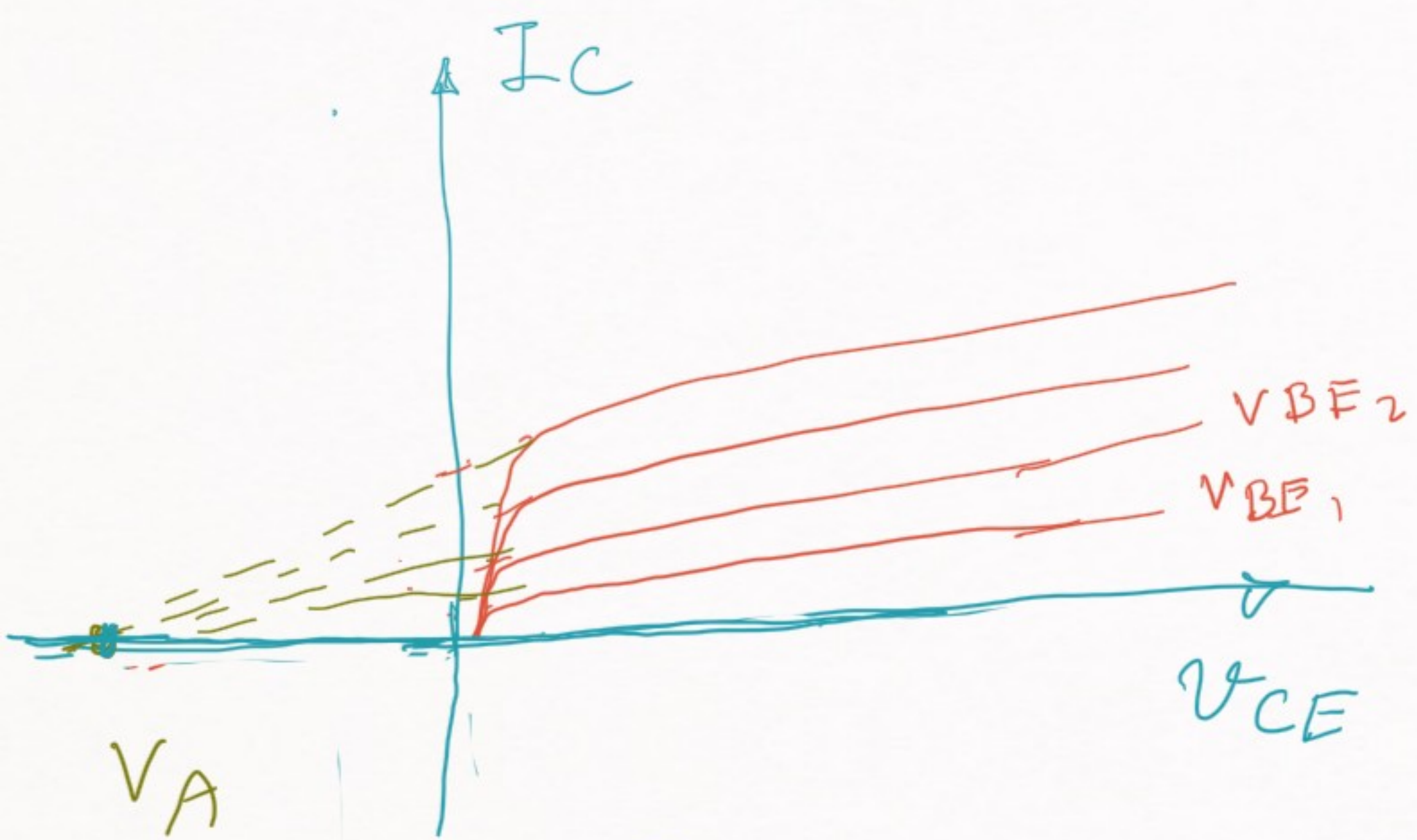
انتشار می‌دهد.

$$\begin{cases} b_1 = s_{11}a_1 + s_{12}a_2 \\ b_2 = s_{21}a_1 + s_{22}a_2 \end{cases} \Rightarrow b = Sa$$

ماتریس S (براندی)



π د ⑤

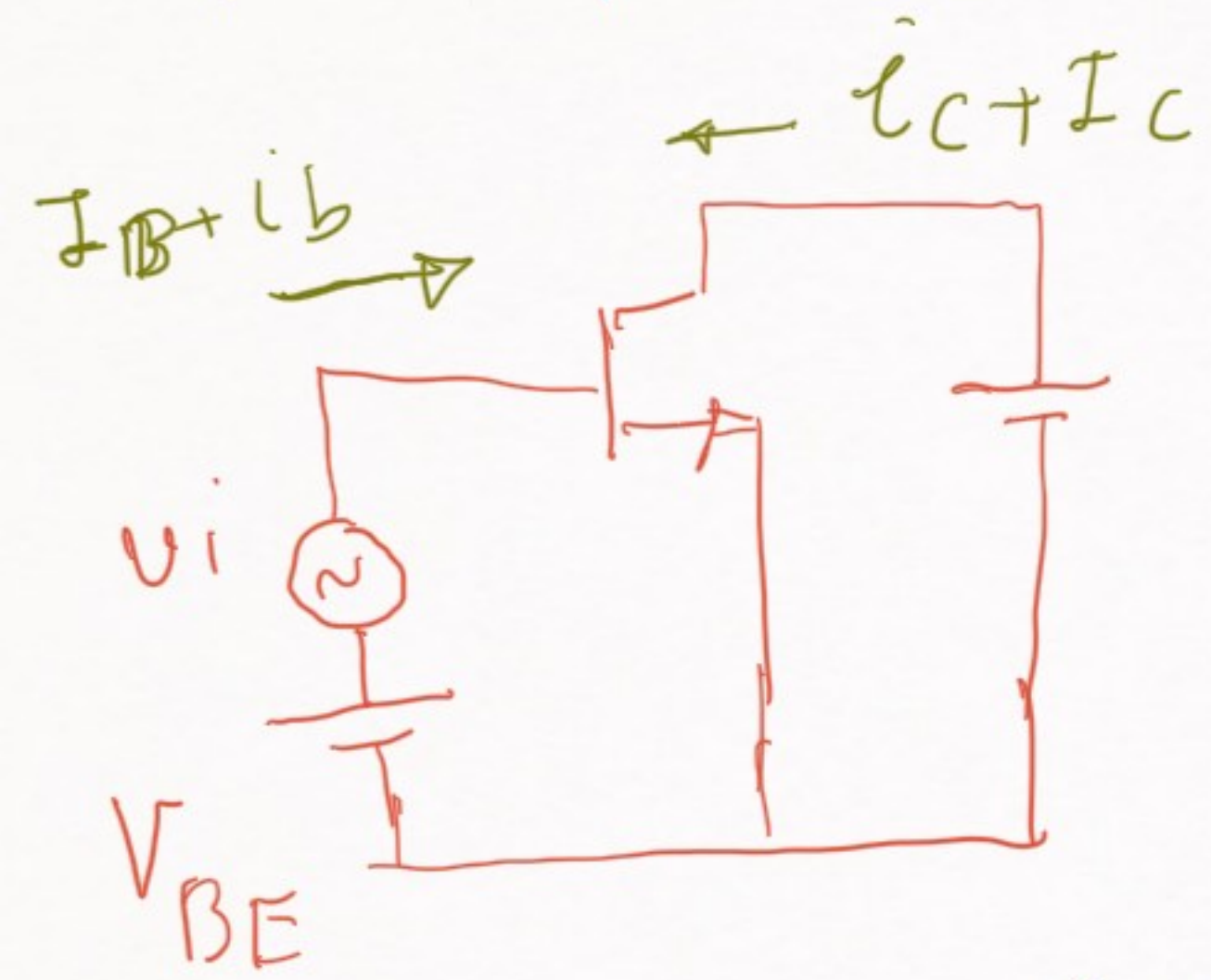


$$I_c = I_s \left( e^{\frac{V_{BE}}{V_T}} - 1 \right) \approx I_s e^{\frac{V_{BE}}{V_T}}$$

$$I_c = I_s e^{\frac{V_{BE}}{V_T}} \left( 1 + \frac{V_{CE}}{V_A} \right)$$

dc ac Early

$$V_A = \frac{I_c}{\frac{\partial I_c}{\partial V_{CE}}}$$



$$V_{BE} = V_{BE} + v_i$$

$$i_c = I_s e^{\frac{(V_{BE} + v_i)}{V_T}} = I_s e^{\frac{V_{BE}}{V_T}} \cdot e^{\frac{v_i}{V_T}} = I_c e^{\frac{v_i}{V_T}}$$

$$i_c = I_c \left( 1 + \frac{v_i}{V_T} + \frac{1}{2} \left( \frac{v_i}{V_T} \right)^2 + \dots \right)$$

ا ب ط

فرق Tr و rbe



$v_i \ll V_T$  شرط فعلی بودن

$$\Rightarrow i_c \approx I_c \left( 1 + \frac{v_i}{V_T} \right) = \underbrace{I_c}_{\text{جزء dc}} + \underbrace{\frac{I_c v_i}{V_T}}_{\text{جزء ac}}$$

$i_c = \frac{I_c}{V_T} v_i \Rightarrow \boxed{i_c = g_m v_i}$

$$\boxed{g_m = \frac{I_c}{V_T}}$$

→  $\pi$  مدل خروجی

سینال، زن غریبی  $T_r$  در صورت ac غنی از  
و نشانه ac مدلی (small signal) است

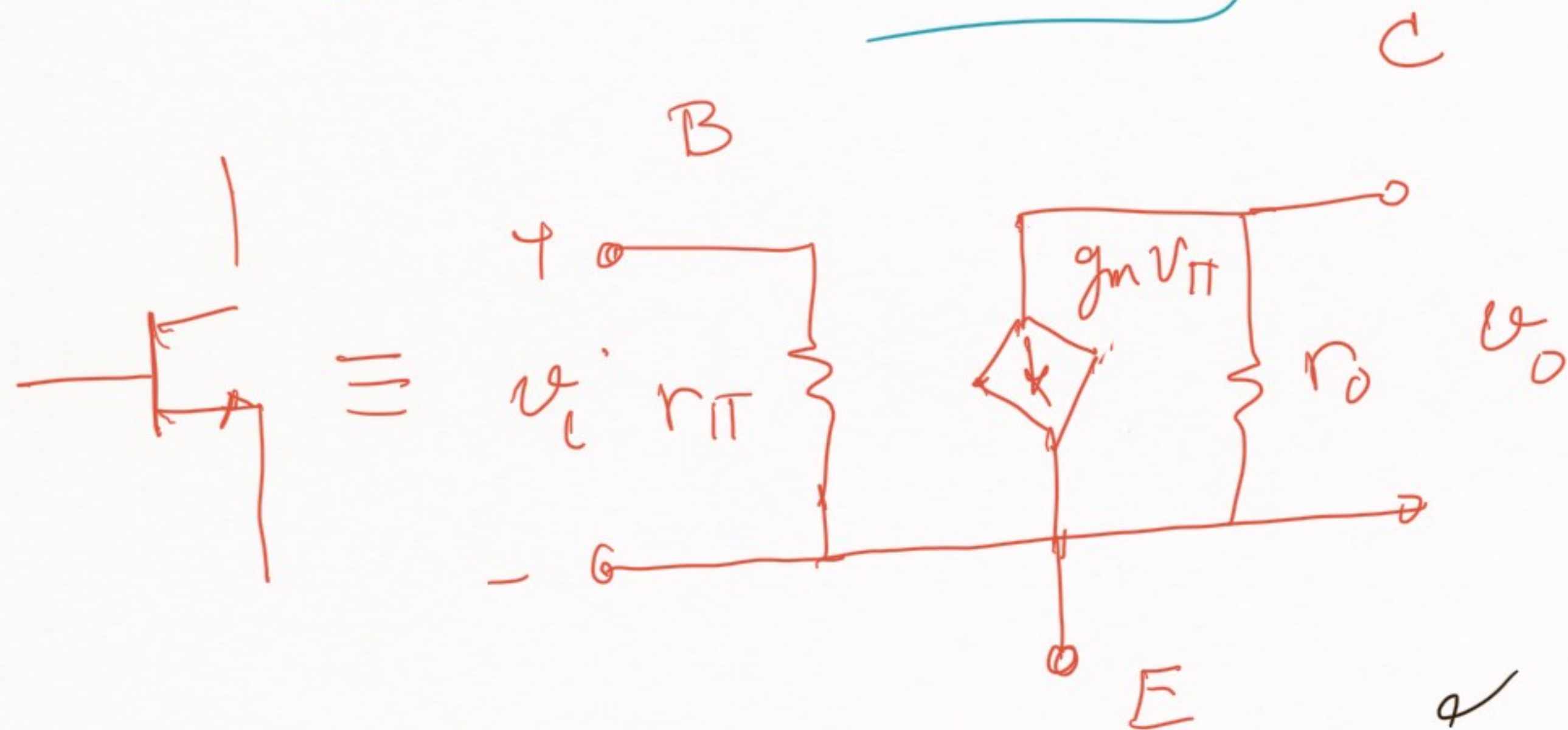
درین فرید مدل  $\pi$  این مدل مدلی:

$$r_{\pi} = \frac{v_i}{i_b} = \frac{v_i}{\frac{i_c}{\beta}} = \frac{\beta i_c}{v_i} = \beta / g_m = \boxed{\beta \frac{V_T}{I_c}}$$

ac →  
small signal



$$r_o = \frac{\partial V_{CE}}{\partial I_C} = \frac{V_{CE}}{I_C} = \frac{V_A}{I_C}$$



سویچ جزء مدار ساری  $\pi$  ایله رلی غریبی :

لذا مدار ساری  $\pi$  فرکانس سیانی دایرین :

عداده بران کاه عدوت بایتمه، فیزیک تراژتور  
ایان کاه ریز فغانم سره :

\*  $r_{\mu}$  : ندرت فیزیک از غریبه، سر که ندرت بران است. ندرت  $r_{\mu} \approx \beta r_o$

\*  $r_b$  : ندرت طول نیمه وای مس که در فرکانس کایا اثر سره رله  $50 < r_b < 500$  یا  $600$

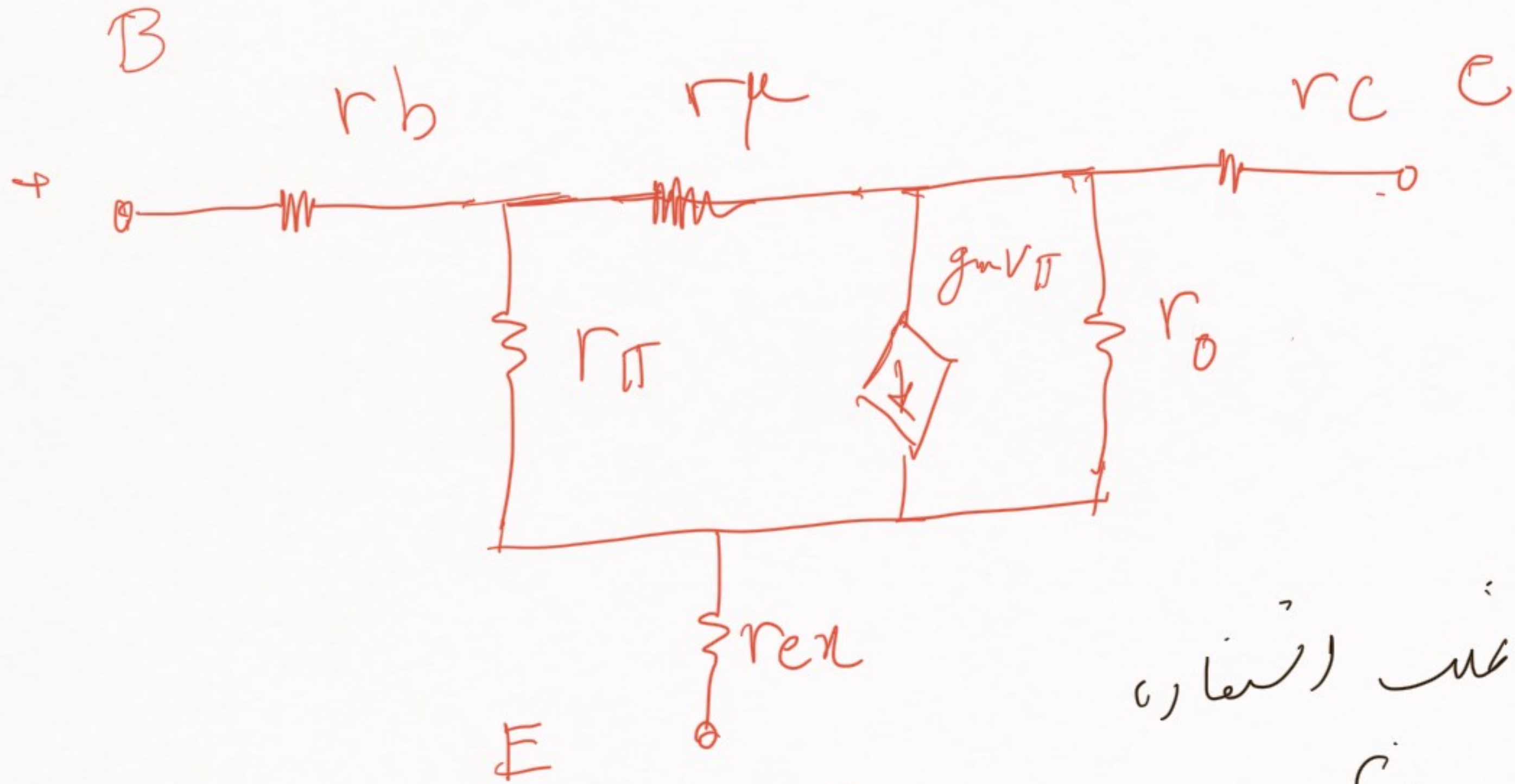
\*  $r_c$  : ندرت طول نیمه واری کلندر  $50 \lesssim r_c < 500$

ن  $\omega T_r$  ندرت مهم است



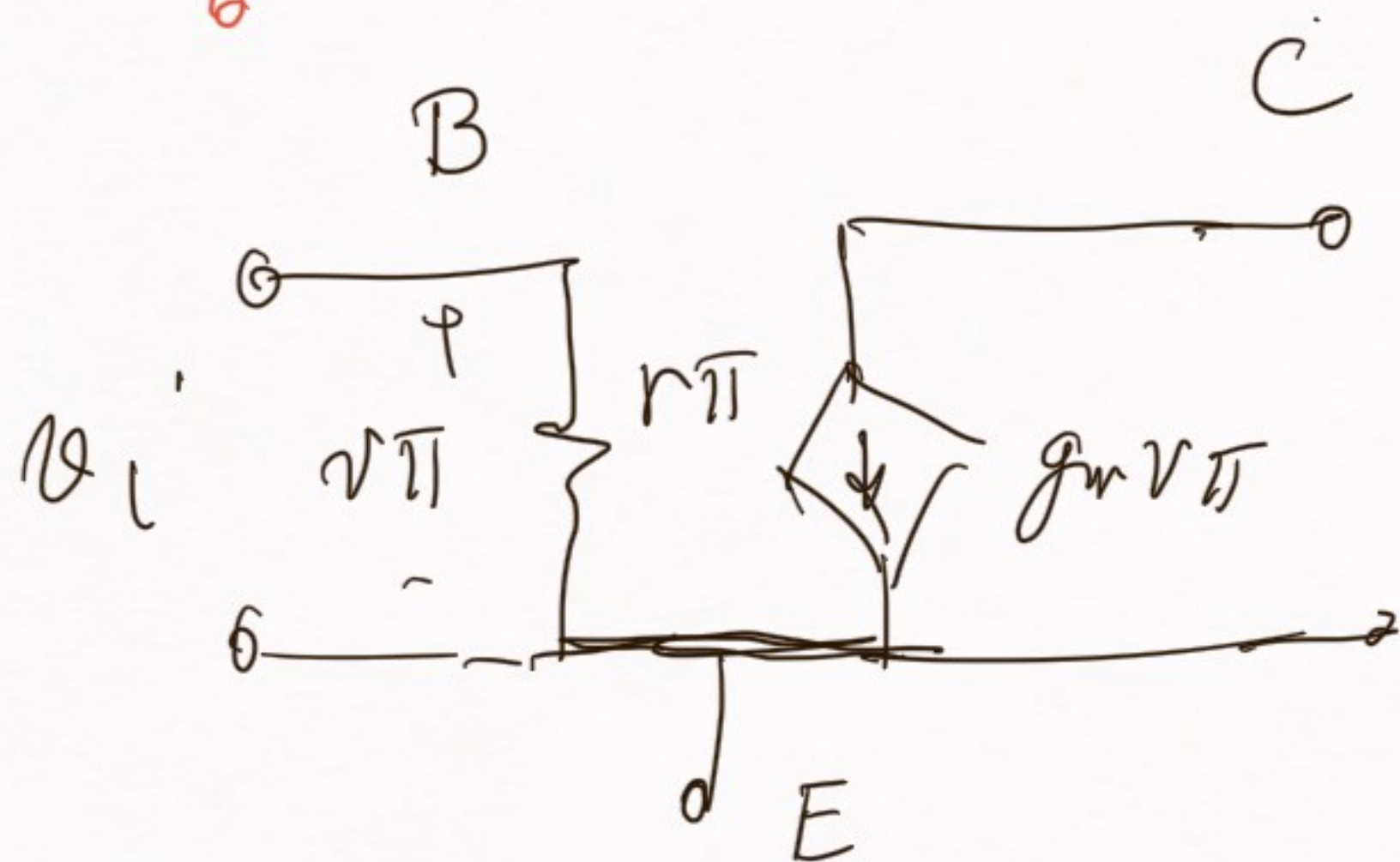
$$1 \ll r_{ex} \ll 3$$

\*  $r_{ex}$  نسبت به بارهای اتری رتبه اول کوچک است.



نمود: مدار مدل تقویتی که در فرکانس‌های بالا اثرات اشیاء را

در نظر می‌گیرد و نه تنها است.





در فرکانس های بالا : خازن های ولع  $T_s$  (پیوندی - نفوذی) دارا افتادن می شود.

① خازن دیفیوژن و انتشاری در بیس : در بایاس مستقیم ایود بیس استر حاصل می شود از استر وارد بیس می شود و مدت کوتاهی در آنجا می ماند و در آن ترتیب باقی ماند و ذخیره می شود. این می تواند تجمع حاصل ها مدار رقتار یکا خازن می باشد که با افزایش دما و دوسر کردن انداز  $\Delta V_{BE}$  باری مدار  $\Delta Q_B$  در آن ذخیره می شود. در هر نقطه کار مدار بیشتر باشد میزان بار ذخیره شده در بیس بیشتر و در نتیجه ظرفیت خازن ایجاد شده بزرگتر خواهد شد.

$$C_b = \frac{\Delta Q_B}{\Delta V_{BE}}$$

$$\Delta Q_B = \Delta I_C \cdot \tau_F$$

زمان گذریس

زمان گذریس  $\tau_F$  : Forward Base transit time : مدت زمانی که طول می کشد تا حامل های بار از بیس عبور نمایند.

$$\tau_{FBC107} = 0.5 \text{ ns} \quad \text{و} \quad \tau_F = 0.02 \text{ ns}$$

تراز بزرگتر

$$\tau_F = \frac{W_B^2}{2n \cdot D_n}$$

عرض نیمه بیس

ضریب دیفیوژن که در آن داخل بیس

ضریب ثابت

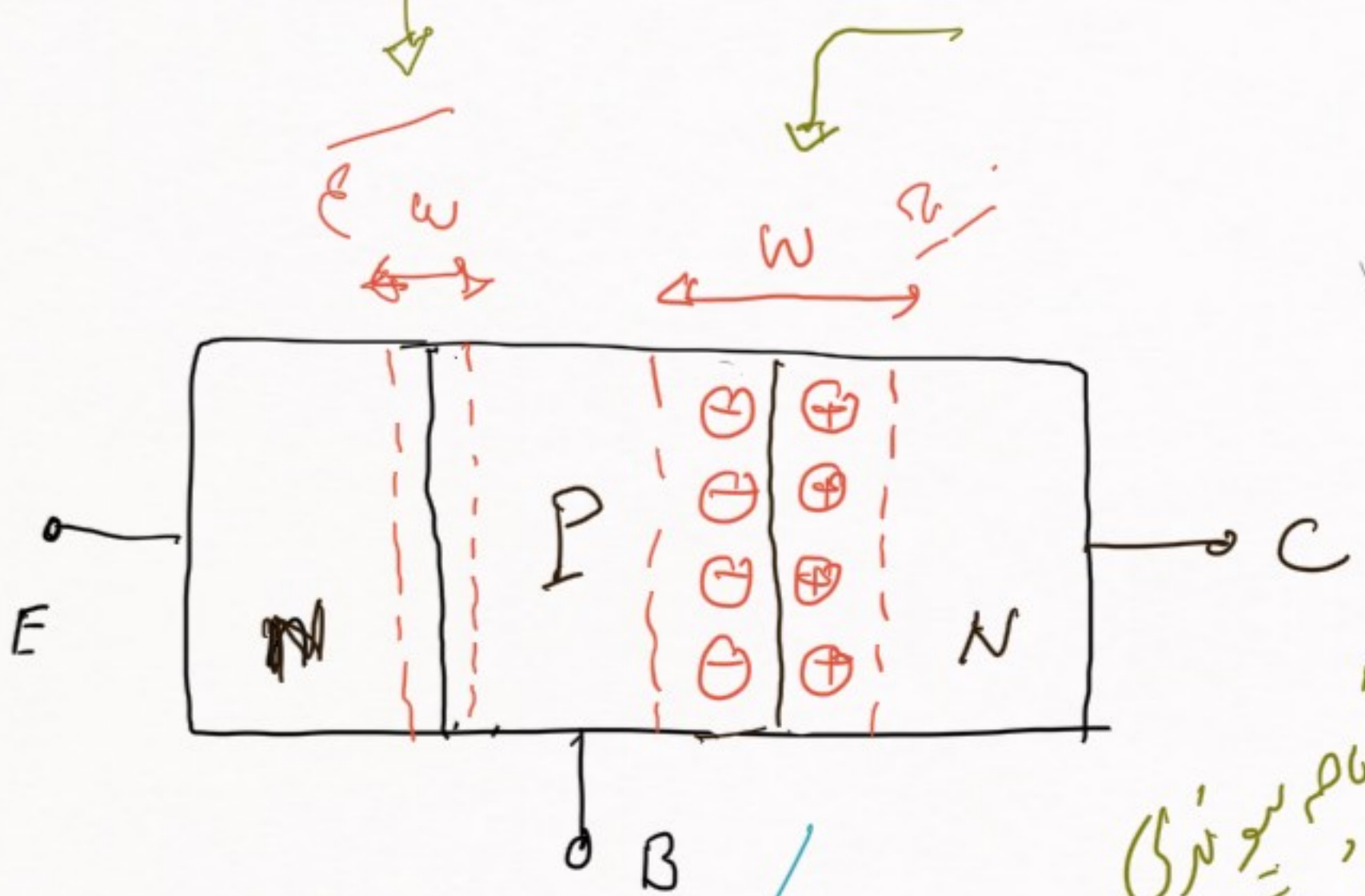
$$C_b = \frac{\Delta I_C}{\Delta V_{BE}} \cdot \tau_F = g_m \tau_F$$

در هر عرض بیس که کمتر باشد تراز بزرگتر فرکانس بالا تر خواهد بود چون خازن  $C_b$  که کمتر شده



(2) خازن های پیوندی  $\rightarrow$   $\begin{cases} \text{سخت } (BE) \\ \text{معکوس } (BC) \end{cases}$   
 خازن  $\equiv$   $\begin{matrix} \text{سازن} \\ \text{سازن} \end{matrix}$   $\begin{matrix} \text{سازن} \\ \text{سازن} \end{matrix}$   $\begin{matrix} \text{سازن} \\ \text{سازن} \end{matrix}$

اثرات پیوند در اثر جمع بار فضایی در درون پیوند رفتاری شبیه خازن موازی است



$$C_j = \frac{C_{j0}}{\sqrt{1 - \frac{V}{\psi_0}}}$$

$$\psi_0 = V_T \ln \frac{N_{AND}}{n_i^2} = \begin{cases} 0.7 \text{ V} & BE \\ 0.6 \text{ V} & BC \end{cases}$$

$$C_{je} = C_{je0} < 1 \text{ pF}$$

$$n = \begin{cases} > 0 & BE \\ < 0 & BC \end{cases}$$

$$n = 2 - 3$$

ظرفیت خازن پیوندی  
 خازن در برابر ولتاژ معکوس و ولتاژ پیش

$$C_{je} = \frac{C_{je0}}{\sqrt{1 + \frac{V_{BE}}{\psi_0}}} \Rightarrow C_{je} = n C_{je0}$$

$$C_{jc} = \frac{C_{jc0}}{\sqrt{1 + \frac{V_{CB}}{\psi_0}}} = C_{jc}$$

$$C_{\pi} = C_b + C_{je}$$

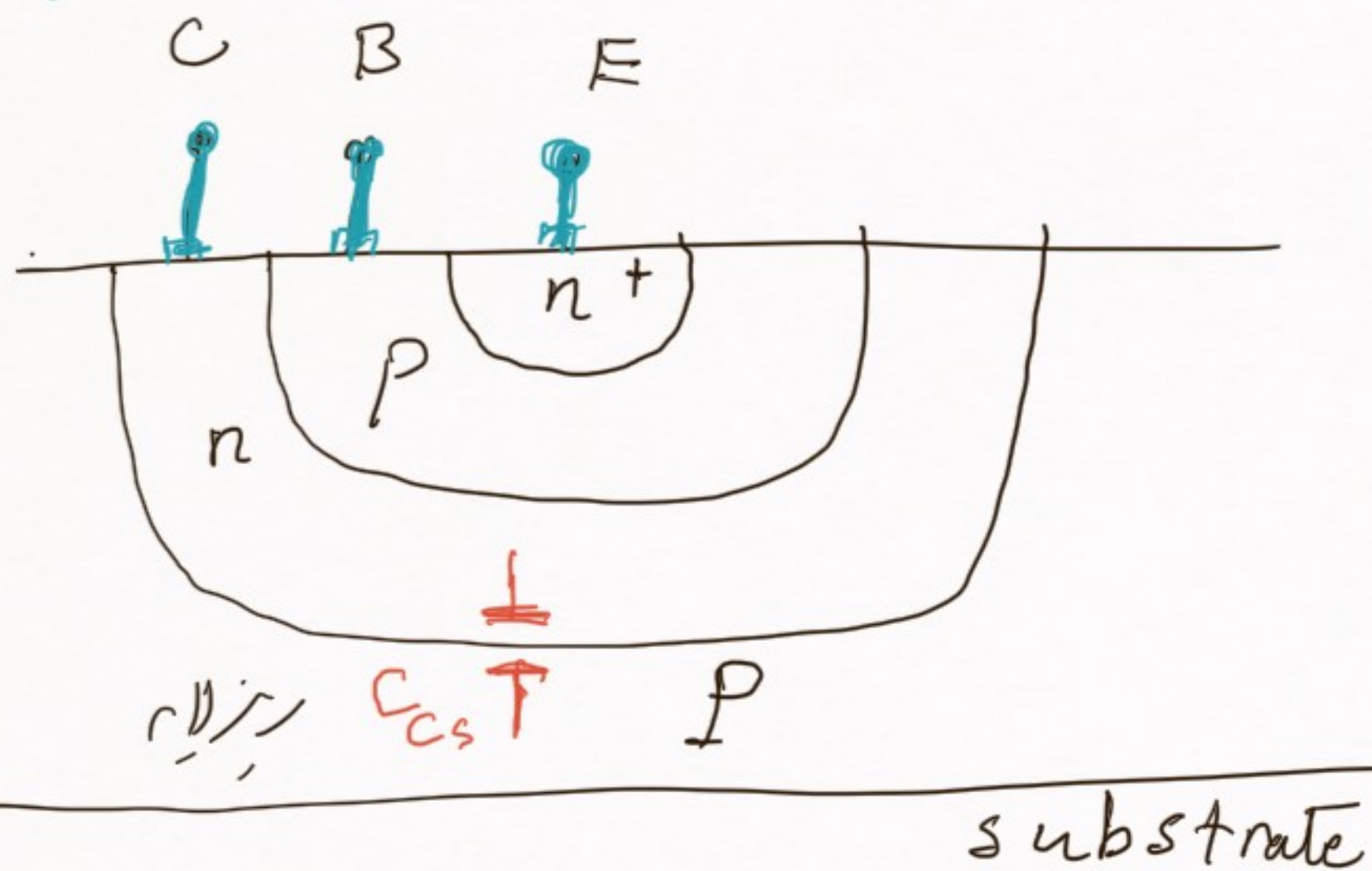
\* خازن پیوندی بین وکلستور

اثرات پیوندی بین وکلستور  
 بار آزاد در هر دو ناحیه (P و N) وجود دارد. این ناحیه (P) در هر دو طرف P و N است و فضای خازن (SCR) space charge region



۳) خازن اتصال کلکتور به زیر لایه : (collector-substrate) :

در مدارهای مجتمع ترانزیستور دو قطبی در یک زیر لایه متعین؟ زمین (یا زمین و لایه مدار) ساخته می شود. این لایه، نقش یک سینی ترانزیستورها را ندهد و فقط است و باید استحکام مکانیکی را داشته باشد. نکته؟ زیر لایه باید پس معکوس دارد و یک خازن پیوندی بین قطب زیر لایه به نام  $C_{cs}$  خواهیم داشت.

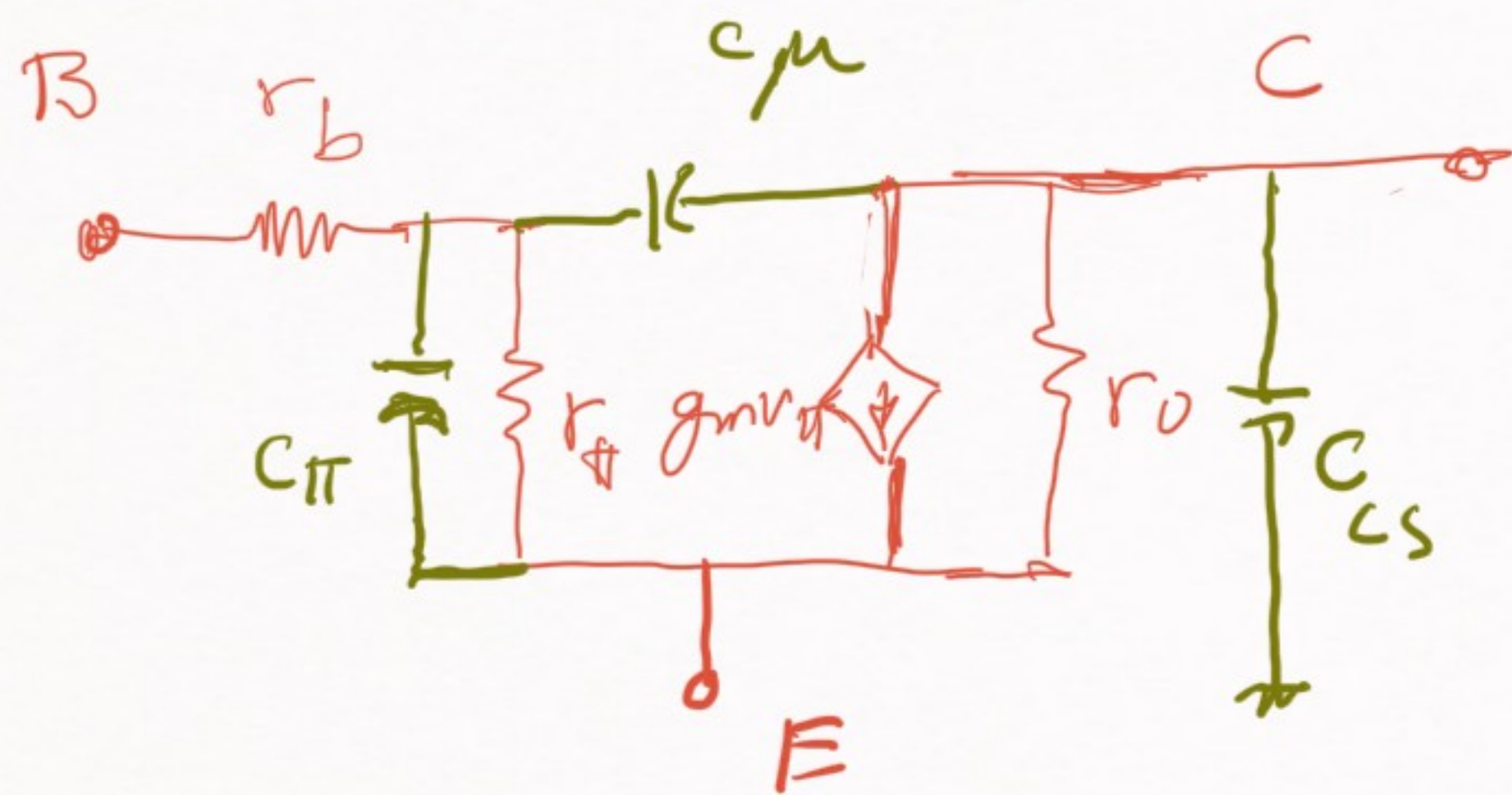


$$C_{cs} = \frac{C_{cs0}}{\sqrt[n]{1 + \frac{V_{cs}}{V_0}}}$$

$$n = 2 - 3$$

خازن  $C_{cs}$  در لایه کوچک است ولی چون سطح آن بزرگ است لذا اندازش خیلی کم نخواهد بود و کمی بزرگ تر است.





مدل معادلات  $\pi$  و فرکانس های بالا:

$$C_{\mu} = C_{jc} = \frac{C_{jco}}{\left(1 + \frac{V_{CB}}{\phi_0}\right)^{1/2}}$$

\* ترمیم: افزایش فرکانس، فرکانس

فیلتر بالا انداخته (GHz) دقت مدل را به تدریج کاهش میدهد.

نویس 3، 2، 1 و  $C_{je} \approx 2 C_{je0}$  ،  $C_b = g_m \alpha_F$  ،  $C_{\pi} = C_b + C_{je}$

در مدار جمع امپدانس  $C_{\pi}$  و  $C_{cs}$  در ورودی محتوا را در نظر بگیرید  
 $1 \text{ Femto} = 10^{-15} \text{ F} = \text{fF}$

در مدارهای مسطح یا حیدر فلات  
 $BC_{107}$  می تواند 10 pF در 100 mA

2 N 30 55  
 5 A - 10 A

100 pF  $\Rightarrow$  برابر مقدار قدرت

خازن های جامع اندازان degree هستند



