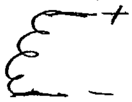
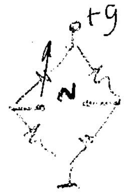
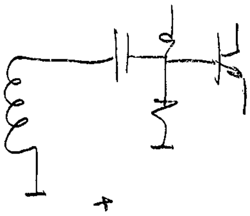
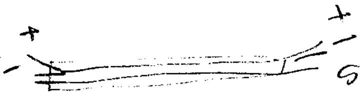
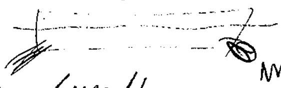
SINGLE ENDED
{ UNBAL MODE → geração de SINAIS — red (signal) black (gnd), eletreto 
{ DIFFERENTIAL MODE → sensor ex: bobina  

DIFFERENTIAL MODE
COMO LIGAR EM UM SISTEMA COMMON MODE ?



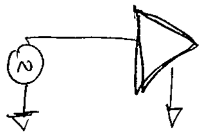
em AUDIO { Balanced 

shield ñ carrega sinal (180° Phase)

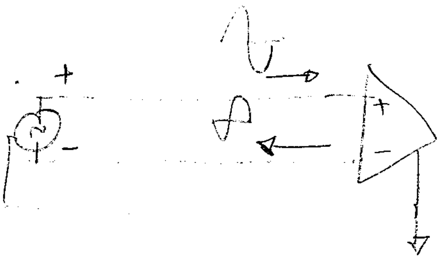
{ Unbalanced (2 conductors, one is grounded) 

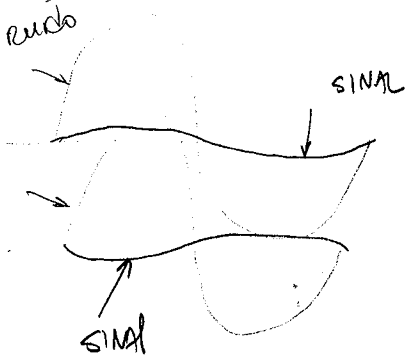
sinal vai e volta pelo vivo/malha

Unbalanced



balanced: o que acontece com ruído?
aparece em fase nos 2 fios!





Ruído grande amplitude mas em fase nos 2 fios
sinal pequeno mas 180° fora de fase!

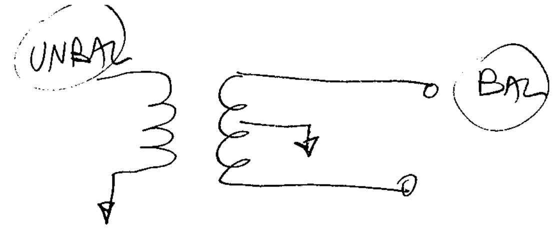
De onde vem o ruído? → indução eletromagnética
→ ruído vindo Vcc / fte. alimentação

se Amplificador subtrair os terminais (V+ − V−) mato o ruído ⇒ Amplificador diferencial
e duplico o sinal

ASSIM SISTEMA BALANCEADO TEM IMUNIDADE AO RUÍDO BEM MAIOR!

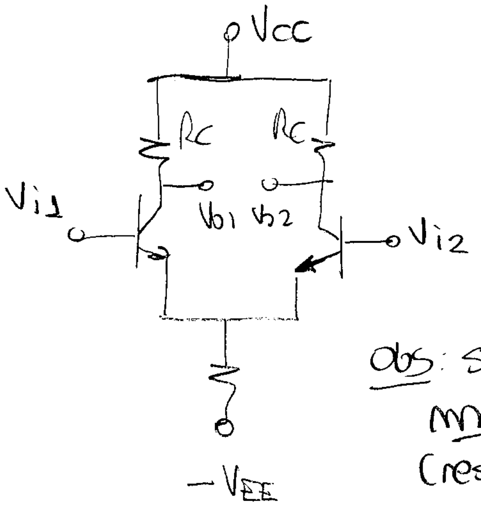
DIFF_1

É como transito um sinal UNBAL / BAL ?

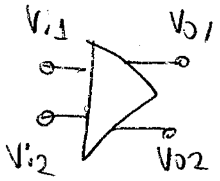


Por exemplo usando trafo

AMPLIFICADOR DIFERENCIAL (Input de quase qquer ckt. que interfaceie com sensor / mundo real)

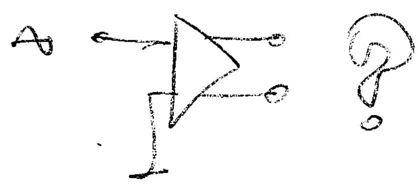


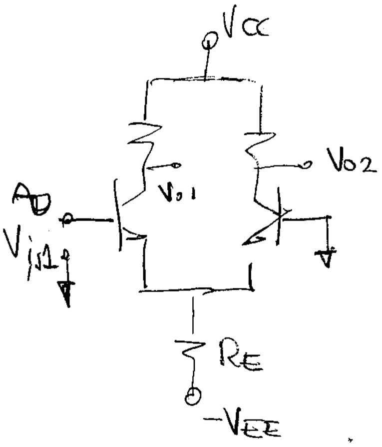
2 inputs
2 outputs

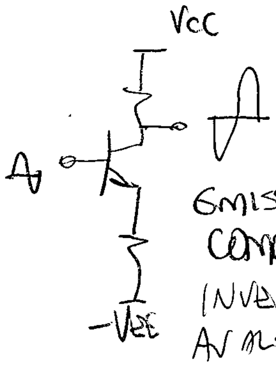


Obs: sistema matched (resistors/transistors)

Aplicando sinal em um input e aterrando o segundo



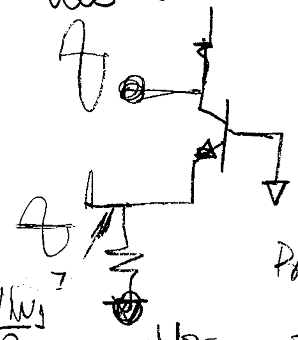




Emissor comum
inversor
Av alto

Obs Q2 não está cortado! há +VEE e -VEE

Mas RE é comum aos dois transistores

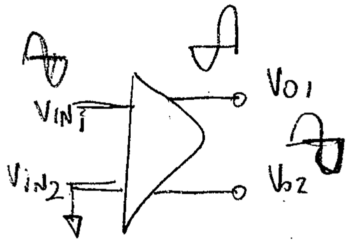


$\sim \frac{V_{IN1}}{2}$

pois $Z_{LOAD} = Z_{OUT Q1}$

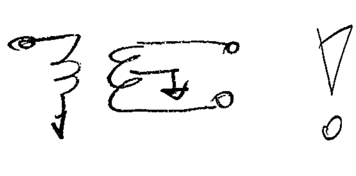
Base comum
não inversor
alto ganho

Ou seja:



2 saídas tem mesma amplitude (same gain Av) mas 180° fora phase

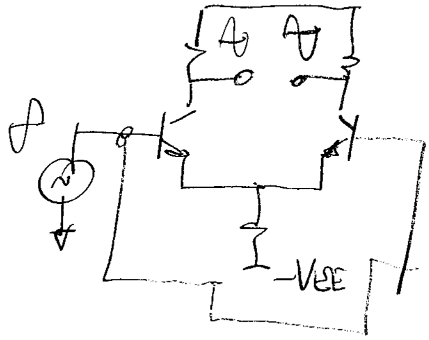
percebam que diff amp. =



!

"transforma" sinal UNBAL em BAL!

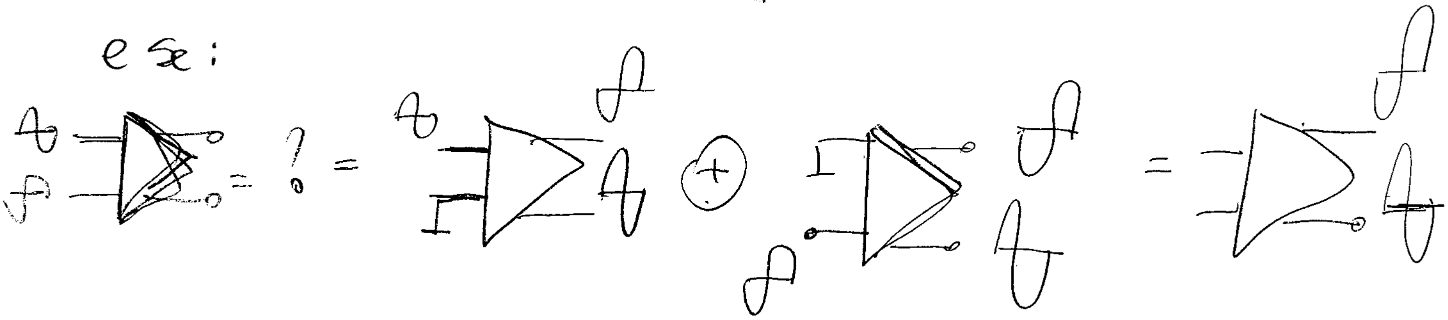
Modo Comum:

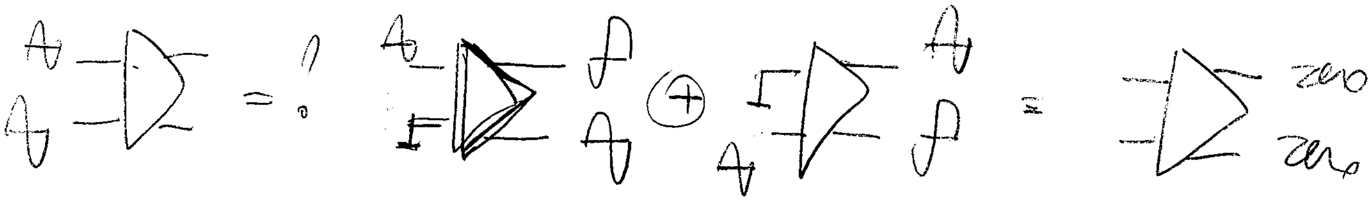


Ambos são emissor comum

$V_{o1} - V_{o2} = \emptyset$

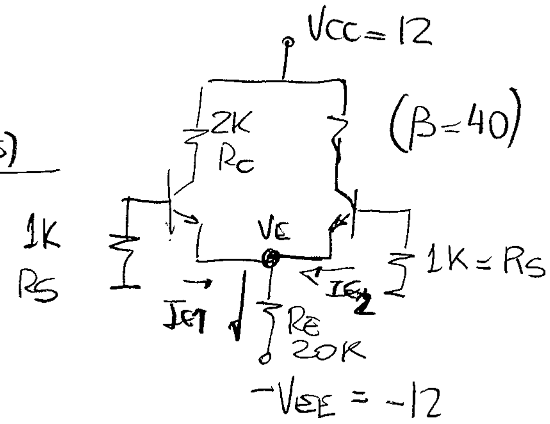
e se:





ou seja: diff amplifier amplifica sinais diferenciais e atenua (MATA!) sinais modo comum & como ruído geralmente aparece modo comum (ou UNBAL) ele é eliminado pelo circuito.

CIRCUITO DIFF AMP (BIAS)



$V_E = -0{,}7$ pois transistor está ON

$I_B \approx 0$ logo queda no $R_S \approx \emptyset$

$$I_E = \frac{V_E - (-V_E)}{R_E} = \frac{-0.7 + 12}{20}\ mA$$

$$= 0{,}565\ mA$$

como ambos lados são iguais → $I_{E1} = I_{E2} = \frac{I_E}{2} = 0.28\ mA$

IMPORTANTE

olhando o $I_B = \frac{0.28}{1+40} = 6.8\ \mu A$

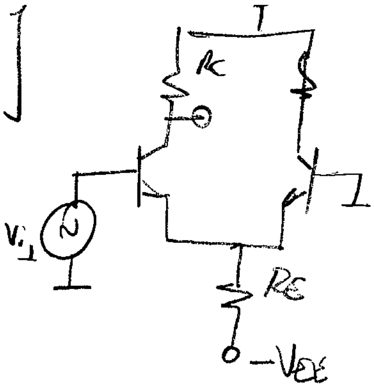
$V_{B1} = I_{B1} R_S = 6.8\ \mu A \times 1k = 6.8\ mV$ muito pequeno

$I_{C1} = I_{C2} \approx I_{E1} = \frac{I_E}{2} = 0.28\ mA$

$V_{C1} = V_{CC} - I_C R_C = 12 - 0.28(2)$
$= 6.12\ V$

ANALISE AC [VARIAS DEFINIÇÕES / COMBINAÇÕES]

single ended voltage gain



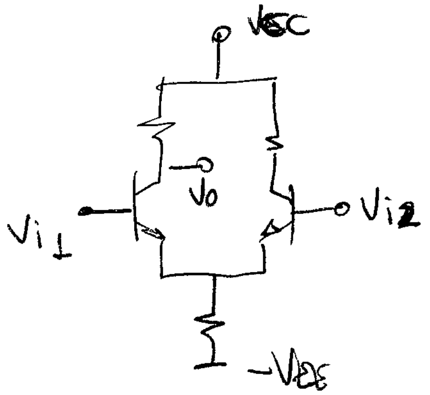
$$Av = \frac{V_o}{V_{i1}} = \frac{R_C}{2r_e}$$

obs: ver ganhos exercícios de cada livro pois variam [...]

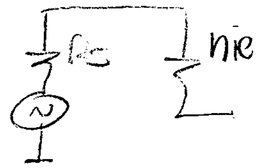
Double ended AC voltage gain

$$A_d = \frac{V_o}{V_d} = \frac{\beta R_C}{2r_i}$$

$V_d = V_{i1} - V_{i2}$

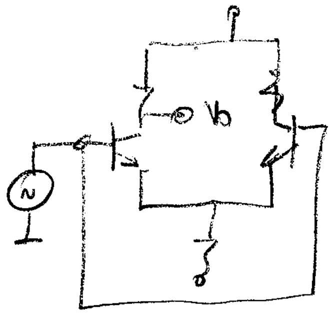


r_i = resistência vista da base



$r_i = R_s + h_{ie}$

COMMON MODE OPERATION



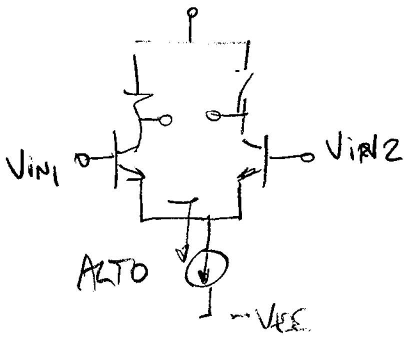
$$A_c = \frac{V_o}{V_i} = -\frac{\beta R_C}{r_i + 2(\beta+1)R_E}$$

o que eu desejo → ALTO Ad BAIXO Ac / Amplifico sinal BAL, MATO sinal CRUSAR (COMMON MODE)

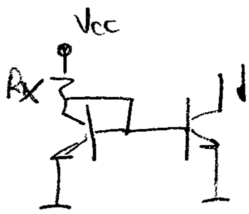
↳ pelas fórmulas preciso fazer RE + ALTO possível

...MAS se RE → MΩ range toda tensão fica nele, estragando o bias.

solução! FONTE CORRENTE



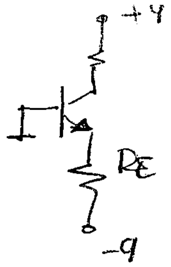
Lembrando: ⏀ =

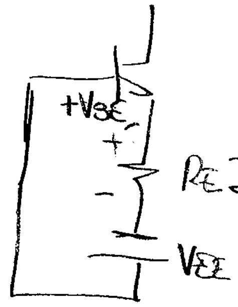


$I \approx \frac{V_{cc} - 0{,}7}{R_x}$

Polarização: (obs)

Cuidado, V_{EE} não pode ser nulo, preciso fonte simétrica!





KVL: $-V_{BE} - I_E R_E + V_{EE} =$

ou seja

$V_{EE} = V_{BE} + I_E R_E$

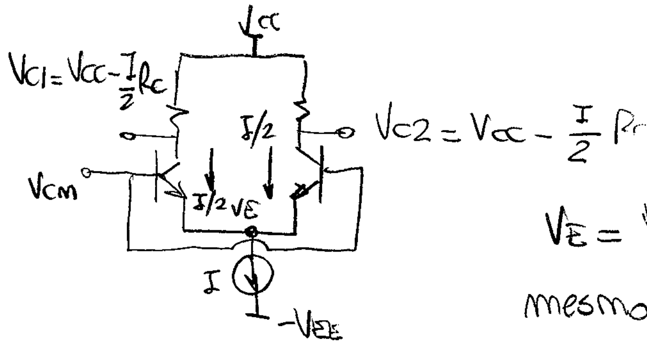
se $V_{EE} = 0$

$V_{BE} = -I_E R_E$

$\bar{N}$ FUNCIONA, corrente negativa!

LIMITES AMPLITUDE

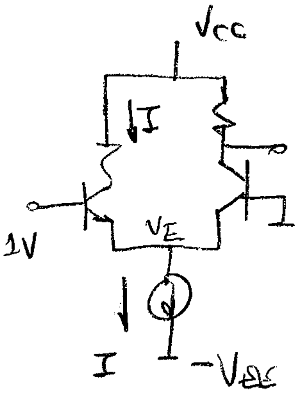
MODO COMUM



$V_E = V_{CM} - V_{BE}$

mesmo V_{CM} mudando as saídas não mudarão, enquanto ambos transistores estão na região linear (i.e. $\bar{N}$ tão saturados ou cutoff)

MODO DIFERENCIAL "GRANDE"

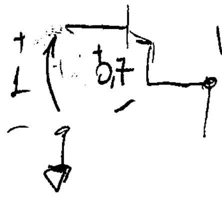


se aumento V_{IN1} bastante

Q1 SATURA chupando toda corrente e cortando Q2

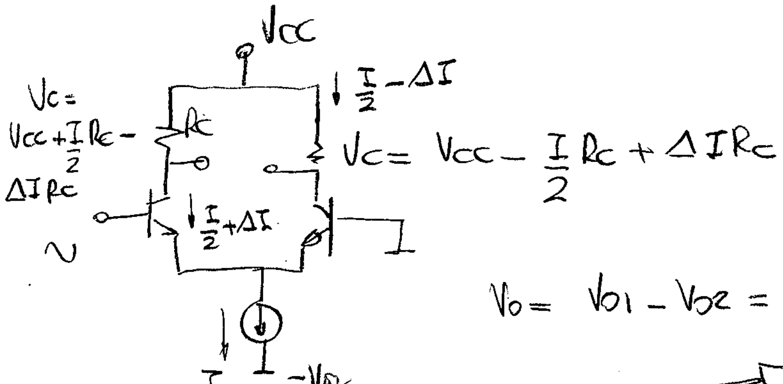
Q1 → SATURADO

Q2 → CORTE



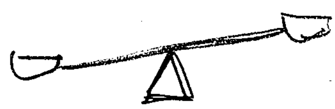
V_E CORTA Q2 (é menor que os 0.7 requerido)

entrada diferencial pequena



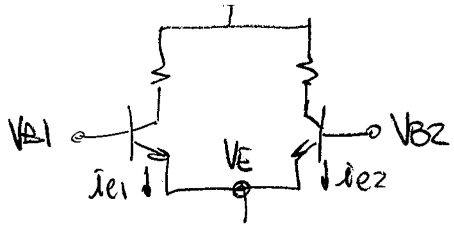
$V_o = V_{o1} - V_{o2} = 2 \Delta I R_C$

gangorra



Analogia gangorra: no equilíbrio qques movement makes the thing SWINGS!

ANALISE MATEMATICA
(SedraSmith)



I_S = corr. saturação

V_T = 26 mV

$\alpha = (\beta+1)/\beta = \frac{I_C}{I_E}$

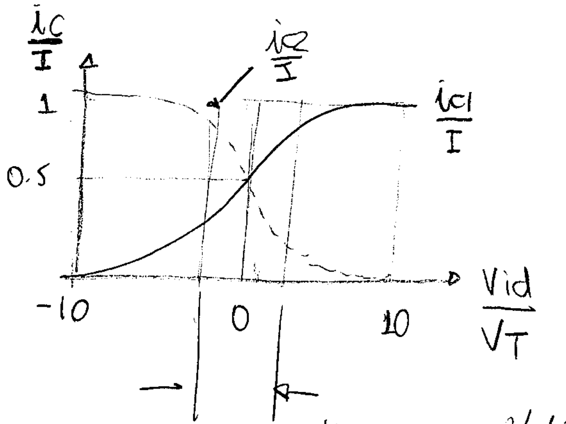
$$i_{e1} = \frac{I_S}{\alpha} e^{\frac{V_{B1}-V_E}{V_T}} \qquad i_{e2} = \frac{I_S}{\alpha} e^{\frac{V_{B2}-V_e}{V_T}}$$

$$\frac{i_{e1}}{i_{e2}} = e^{(V_{b1}-V_{b2})/V_T} \quad e \quad \frac{i_{e1}}{i_{e2}+i_{e1}} = \frac{i_{e1}}{I} = \frac{1}{1+e^{\frac{V_{B2}-V_{B1}}{V_T}}}$$

$$\frac{i_{e2}}{I} = \frac{1}{1+e^{\frac{V_{B1}-V_{B2}}{V_T}}}$$

Como $V_{B1} - V_{B2} = V_d$

$$i_{e1} = \frac{I}{1+e^{-\frac{V_d}{V_T}}} \qquad i_{e2} = \frac{I}{1+e^{V_d/V_T}}$$



região linear — $V_d \approx \frac{V_T}{2} = 13\ mV$

COMMON MODE
REJECTION RATE : CMRR
(Sedra)

$$CMRR = \frac{|A_d|}{|A_{cm}|}$$

$$A_{cm} \cong -\frac{R_C}{2R_{EE}} \frac{\Delta R_C}{R_C}$$

ΔR_C mismatch resistor

R_o

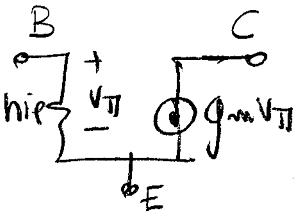
$$A_d = g_m [R_C // r_o]$$

$\approx g_m R_C$ if r_o grande

$$A_d \cong \frac{R_C}{R_E + r_e} \quad \text{c/ } R_E$$

$$CMRR = \frac{2 g_m R_{EE}}{\frac{\Delta R_C}{R_C}}$$

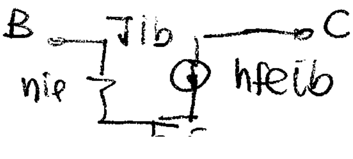
sedra smith hybrid π model — g_m aqui:



$$g_m v_\pi = g_m i_b h_{ie} = h_{fe} i_b$$

$$g_m = \frac{h_{fe}}{h_{ie}}$$

nosso caso modelo e



DIFF - 6