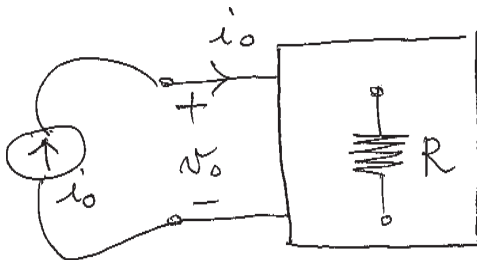


Resistenza equivalente di un bipolo senza memoria lineare e omogeneo

rete resistiva

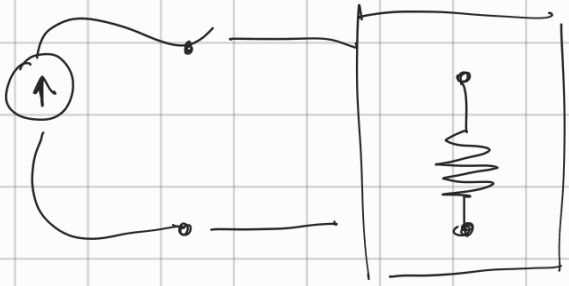
- E' ben noto dalla fisica il concetto di resistenza equivalente di un bipolo di soli resistori: alimentiamo il bipolo con un gen.re ind.te ideale di corrente i_0 e valutiamo la tensione v_0 ai morsetti (convenzione degli utilizzatori); si ha

$$R_{eq} = \frac{v_0}{i_0} \Omega$$



Tutti i resistori ideali, accessibili attraverso un bipolo

aplico la generazione di corrente, V_o tensione ai morsetti



$$V_o = h i_o = R_{eq} i_o$$

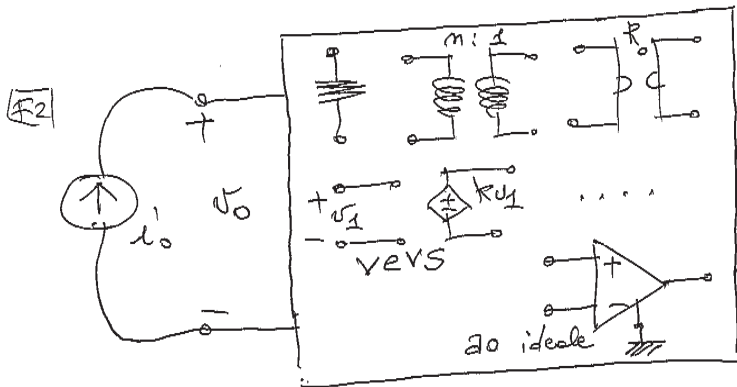
aplico i_o , trovo quanto vale V_o , e trovo R_{eq}

BIPOLIO OMOGENELO NON CONTIENE GENER.

INDIPENDENTI, IDEALI DI V_o E i_o

posso avere DIPENDENTI; generatori controllati;
posso avere per resistenza equivalente

- il concetto può essere esteso ad un qualsiasi bipolo che contiene al suo interno solo resistori ideali e reti due porte senza memoria lineari e omogenee. La definizione di R_{eq} è la stessa di prima. Il bipolo è detto omogeneo in quanto non contiene gen.ri indipendenti di tensione e/o corrente



~~Reti~~ di soli resistori

BIPOLARE

- Si suddividono in due classi
- *Reti a scala*: contengono solo resistori collegati in serie o parallelo; si usano regole elementari su serie e parallelo per calcolare R_{eq}
- *Reti non a scala*: non vi sono solo connessioni serie o parallelo; se possibile ci riconduciamo ad una rete a scala con opportune *trasformazioni circuitali*

Bipolo di due Resistenze

- rete a scala: Solo connessioni serie
o parallelo di due resistori

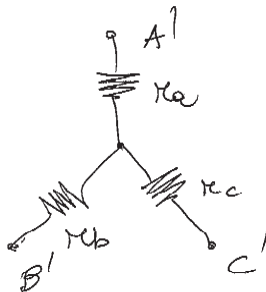
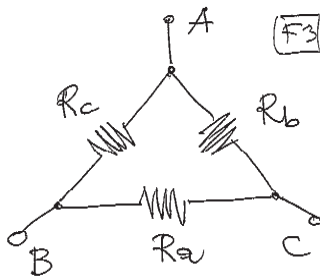
- reti non a scala (es. a ponte)

↳ uso trasformazioni; equivalenti

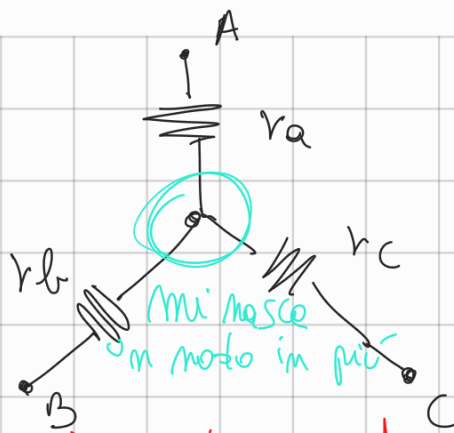
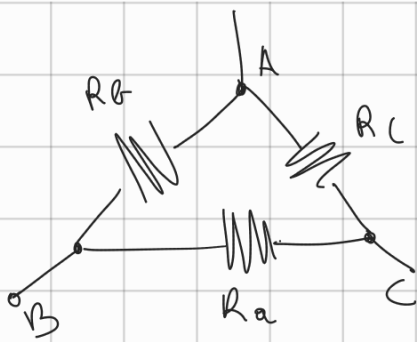
- trasformazione Triangolo-Stella: i due tripoli $A - B - C$ e $A' - B' - C'$ sono equivalenti se e solo se

*Pseudo note non o
Scola e la trasformo
a Scola*

$$r_a = \frac{R_b R_c}{R_a + R_b + R_c}; \quad r_b = \frac{R_a R_c}{R_a + R_b + R_c}; \quad r_c = \frac{R_a R_b}{R_a + R_b + R_c}$$



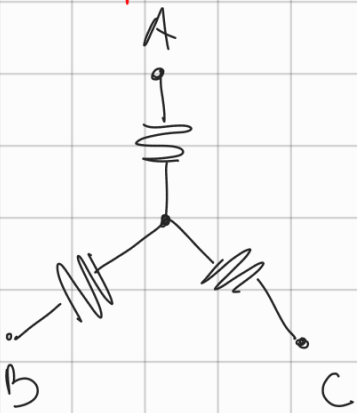
La Triangolo a Stella



equivalente, esternamente di capacitano allo stesso modo

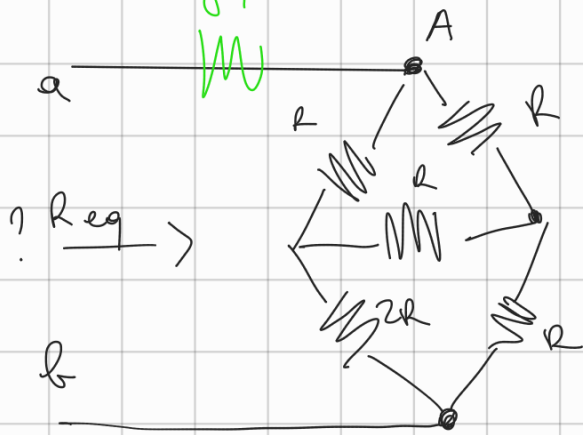
Denominatore e' sempre lo stesso

Trasformazione al centro, conviene usare le conduttanze



Esempio

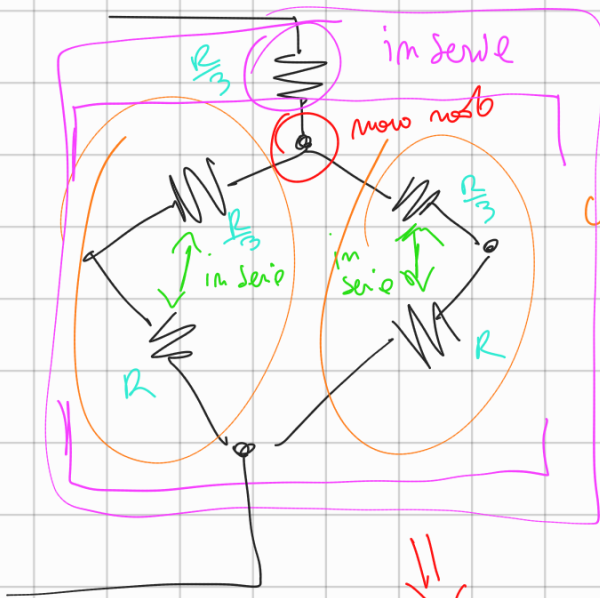
Tolgo, uelen



non sono in serie (non portano la stessa cor.)
non in parallelo (non hanno gli stessi nodi)

Stella equiv.

equivale che per la Δ a stella, nasce in rete h_{pi}



complem. in parallelo

Parallelo

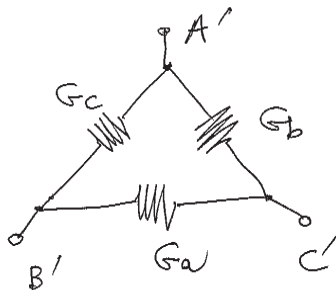
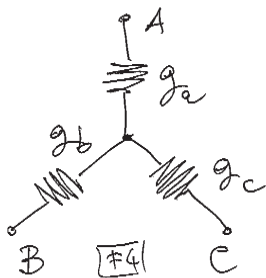
$$R_{eq} = \frac{R}{3} + \frac{7}{3} R \parallel \frac{4}{3} R =$$

rete a scala

Potremmo anche procedere con triangolo del Δ o ∇ .

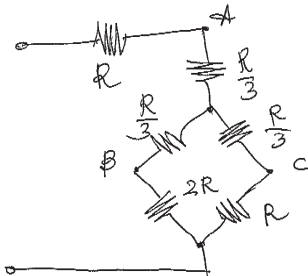
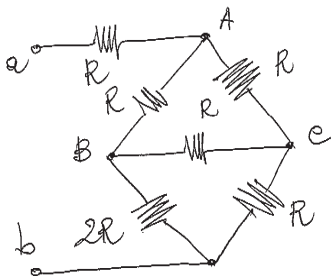
- trasformazione Stella-Triangolo: i due tripoli $A - B - C$ e $A' - B' - C'$ sono equivalententi se e solo se

$$G_a = \frac{g_b g_c}{g_a + g_b + g_c}; \quad G_b = \frac{g_a g_c}{g_a + g_b + g_c}; \quad G_c = \frac{g_a g_b}{g_a + g_b + g_c}$$

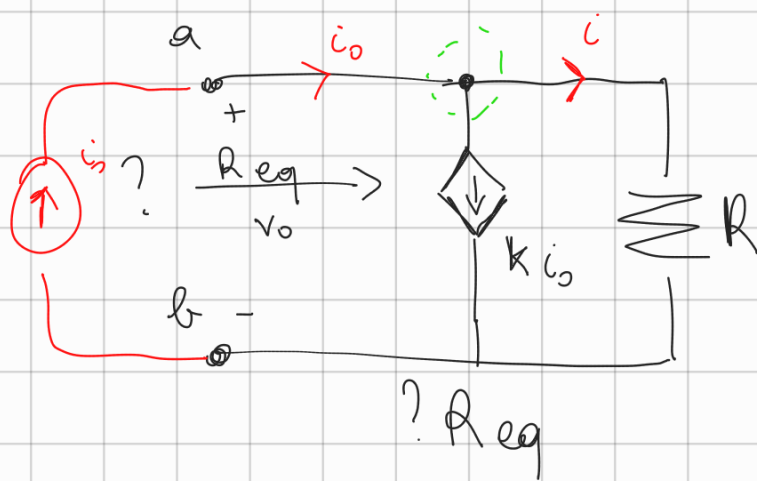


- Esempio. Determiniamo R_{eq} per il bipolo ab . I resistori non sono collegati ne' in serie ne' in parallelo (perche?); si tratta di una rete non a scala. Usando la trasformazione Triangolo-Stella per il tripolo $A - B - C$ ci riconduciamo a una rete a scala per la quale e' immediato ottenere R_{eq} con la regola delle resistenze in serie o in parallelo; si ha

$$R_{eq} = R + \frac{R}{3} + \frac{7R}{3} \parallel \frac{4R}{3}$$



Rete eq. con generatori controllati:



alimento con i_o e trova v_o , così che

$$R_{eq} = \frac{v_o}{i_o}$$

$$i_o = k i_o + i$$

$$\Rightarrow (1-k) i_o = \frac{v_o}{R}$$

$$i = \frac{v_o}{R}$$

$$R_{eq} = \frac{v_o}{i_o} = R(1-k)$$

Se k fosse 0, non c'è gen.

Se $k = 1$, $\Rightarrow$ C.C.

Se $k = 2 \Rightarrow -R$

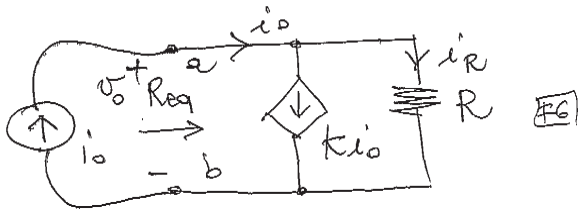
Le resistenze eq dipendono molto da k

applico i_o , calcolo v_o

Possò avere R negativo

Resistenza equivalente di bipoli attivi

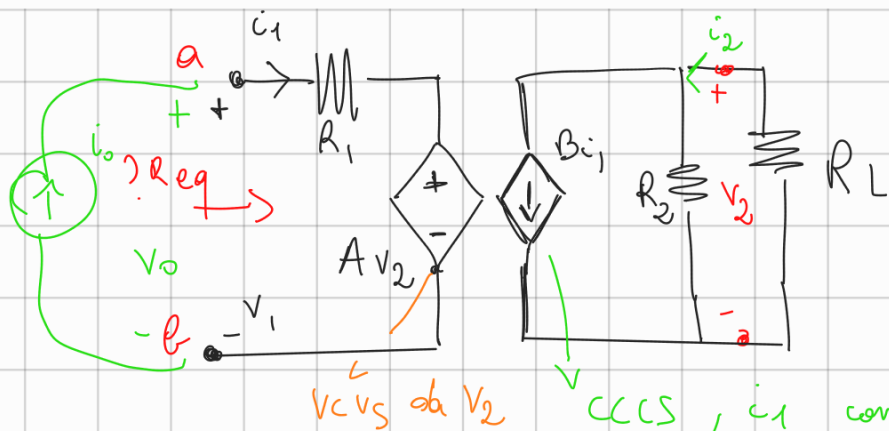
- Consideriamo bipoli che contengono al loro interno reti due porte attive. Come primo esempio troviamo R_{eq} per il bipolo in figura contenente un CCCS



- Devo usare la definizione alimentando il bipolo con un gen.re di corrente ind.te i_0 , determinare v_0 e da qui $R_{eq} = v_0/i_0$; si ha $i_0 = i_R + k i_0$ e $i_R = v_0/R$ quindi

$$R_{eq} = \frac{v_0}{i_0} = R(1 - k)$$

- R_{eq} dipende in modo sostanziale dal generatore controllato; inoltre, al variare di k , R_{eq} puo' assumere qualunque valore (positivo o negativo)



R_{eq} bipo a b

aplico la definizione

1) alimento con generatore di corrente i_0

$$R_{eq} = \frac{v_0}{i_0}$$

2) Determinare grandezze di controllo i_1 e v_2 in funzione dei parametri noti $R_1, R_2, A, B, R_L, v_0, i_0$

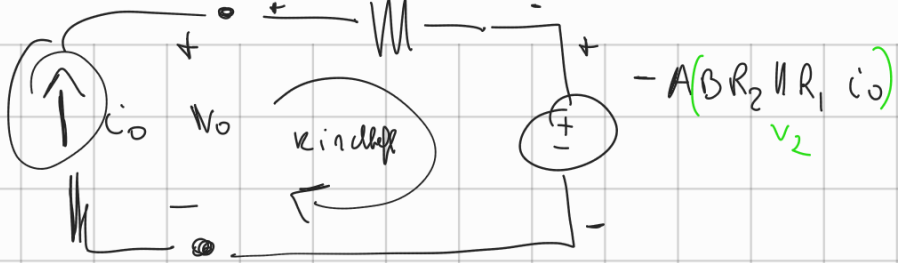
$$i_1 = i_0 \Rightarrow B i_1 = B i_0$$

mi concentro su 2° portinale
1° a controllo, $\Rightarrow \textcircled{\downarrow} B i_0$



$$v_2 = \text{conv. generatore} \cdot B i_0 \cdot R_2 \parallel R_L$$

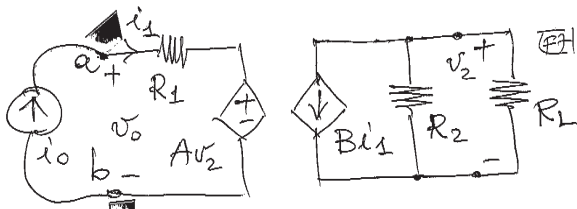
③ Determino v_0 in funzione di i_0 v_2 l'ho trovato, e' ora un gen indep



$$V_o = R_1 i_o - A B R_2 \parallel R_1 i_o$$

$$R_{eq} = \frac{V_o}{i_o} = R_1 - A B R_2 \parallel R_1$$

Esempio. Determiniamo la R_{eq} del bipolo attivo ab



- Passo 1. Procedo con la definizione alimentando il bipolo con un gen.re ind.te ideale di corrente i_0
- Passo 2. Determino le grandezze di controllo dei generatori controllati (i_1 e v_2) in funzione di i_0 , v_0 e degli altri parametri noti (A , B , R_1 , R_2 , R_L). Si ha

$$i_1 = i_0$$

inoltre

$$v_2 = -Bi_1 R_2 \parallel R_L = -Bi_0 R_2 \parallel R_L$$

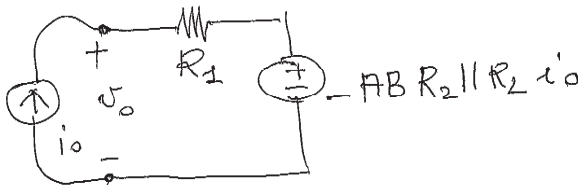
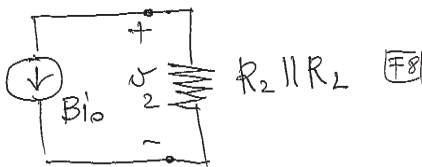
A questo punto i due generatori controllati sono di fatto diventati generatori indipendenti

- Passo 3. Scrivendo una KV alla maglia di ingresso otteniamo

$$v_0 = R_1 i_0 - ABR_2 \parallel R_L i_0$$

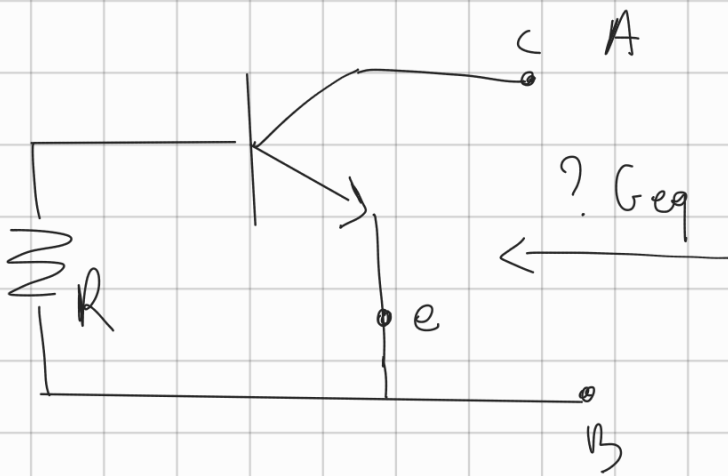
quindi

$$R_{eq} = \frac{v_0}{i_0} = R_1 - ABR_2 \parallel R_L$$

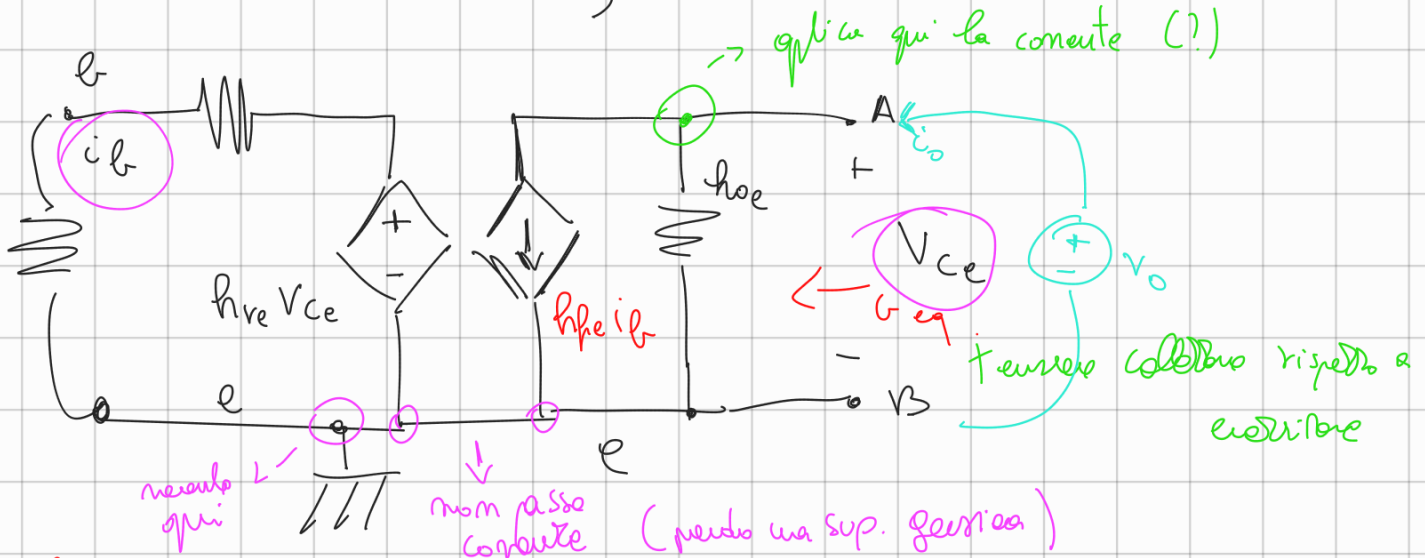


- ovviamente il risultato finale per R_{eq} non deve dipendere dalle grandezze di controllo (che sono eliminate al Passo 2)

condutanza eq?



Procedi ibridi - Transistor polarizzato in un punto di funzionamento, piccole variaz. intorno al punto di funzionamento



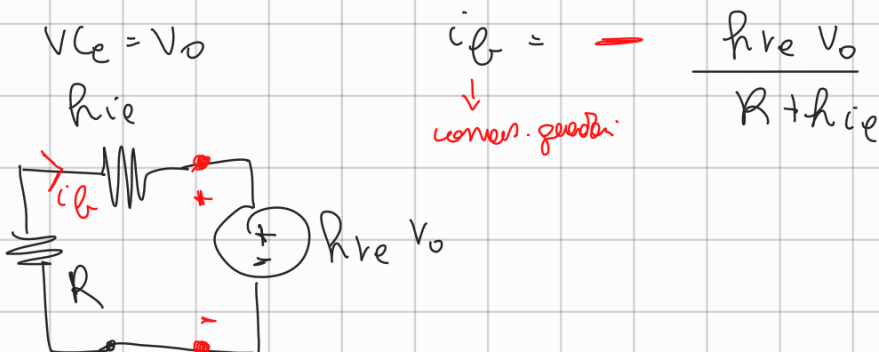
la cosa qui e' la tensione

$$G_{eq} = \frac{i_o'}{V_o}$$

G_{eq} , non deve dipendere da i_b e V_{ce}

① applico V_o

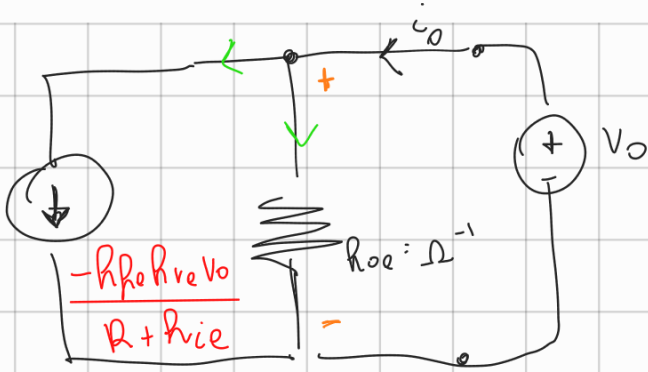
② Trovo gradiente di corrente



$$i_b = - \frac{h_{fe} V_o}{R + h_{ie}}$$

↓
conv. grad.

↓
diventa gen indep. di corrente

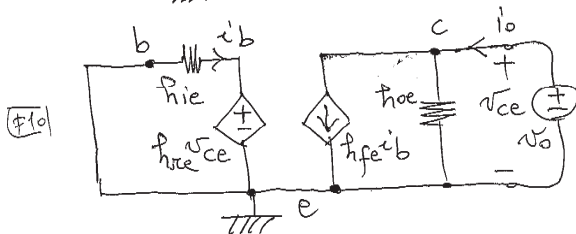
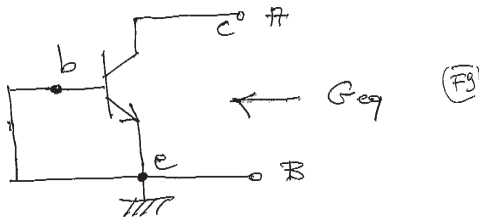


$$i_o = \frac{-h_{fe} h_{re} v_o + h_{oe} V_o}{R + h_{ie}}$$

$$G_{eq} = h_{oe} - \frac{h_{fe} h_{re}}{R + h_{ie}}$$

dimensions.
 is a conductance
 resistance

Esempio. Determinare la conduttanza equivalente G_{eq} del bipolo AB usando per il BJT il modello a parametri ibridi a emettitore comune



- sostituisco al BJT il modello noto e alimento AB con un gen.re di tensione v_0 ; determino quindi i_0 e $G_{eq} = i_0/v_0$

- si ha

$$v_{ce} = v_0; \quad i_b = -\frac{h_{re} v_0}{h_{ie}}$$

- dalla KI al nodo di uscita ottengo

$$i_0 = h_{oe} v_0 - \frac{h_{fe} h_{re} v_0}{h_{ie}}$$

e quindi

$$G_{eq} = \frac{i_0}{v_0} = h_{oe} - \frac{h_{fe} h_{re}}{h_{ie}}.$$