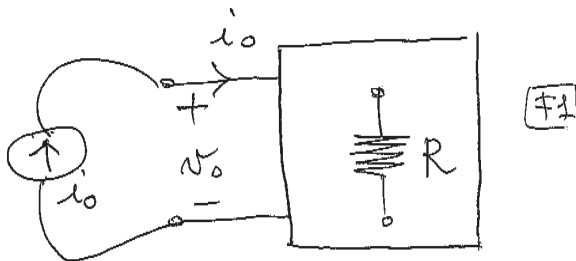


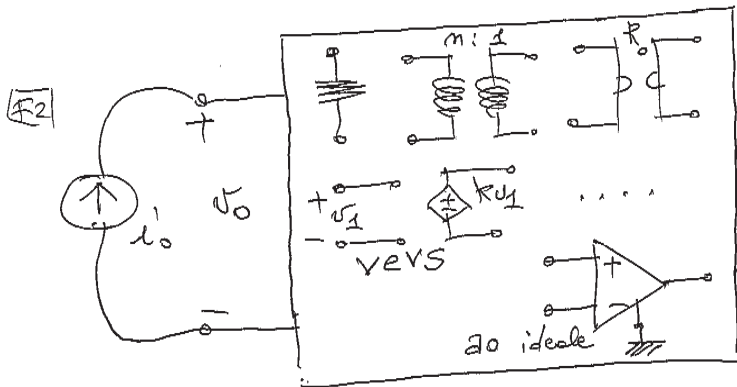
Resistenza equivalente di un bipolo senza memoria lineare e omogeneo

- 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

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



- 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

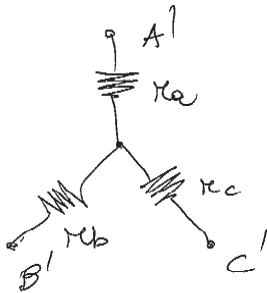
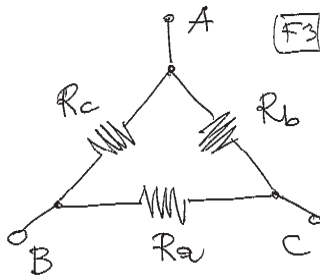


Reti di soli resistori

- 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*

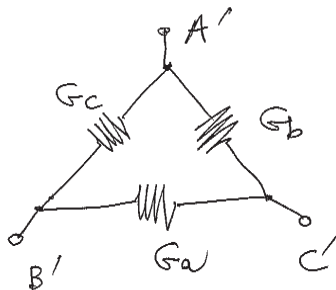
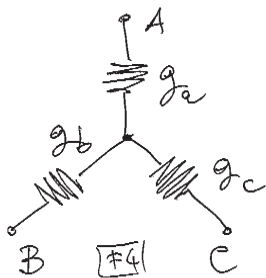
- trasformazione Triangolo-Stella: i due tripoli $A - B - C$ e $A' - B' - C'$ sono equivalenti se e solo se

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



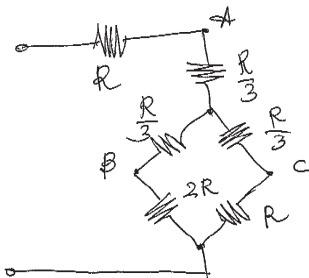
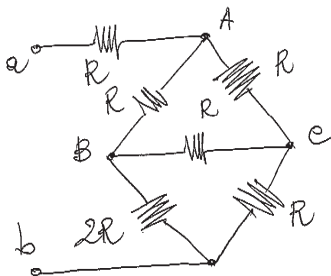
- trasformazione Stella-Triangolo: i due tripoli $A - B - C$ e $A' - B' - C'$ sono equivalententi se e solo se

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



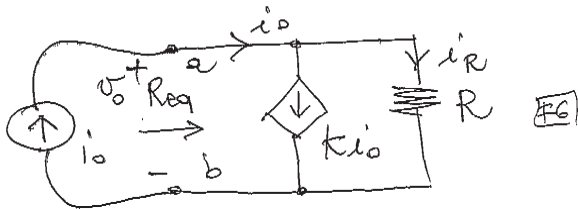
- Esempio. Determiniamo R_{eq} per il bipolo ab . I resistori non sono collegati ne' in serie ne' in parallelo (perche?); si tratta di una rete non a scala. Usando la trasformazione Triangolo-Stella per il tripolo $A - B - C$ ci riconduciamo a una rete a scala per la quale e' immediato ottenere R_{eq}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

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



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

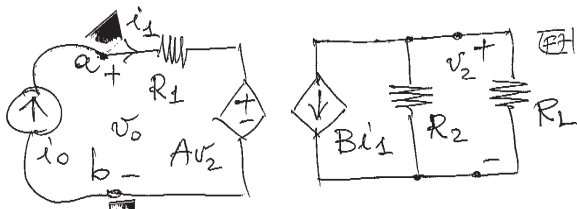


- Devo usare la definizione alimentando il bipolo con un gen.re di corrente ind.te i_0 , determinare v_0 e da qui $R_{eq} = v_0/i_0$; si ha $i_0 = i_R + k i_0$ e $i_R = v_0/R$ quindi

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

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

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

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

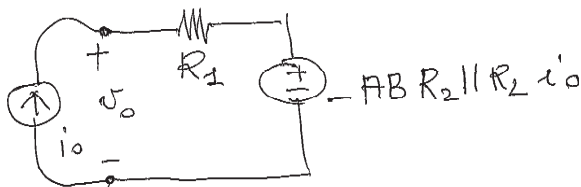
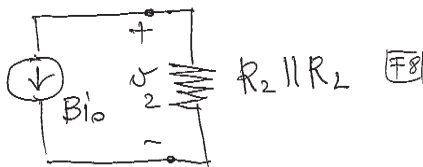
A questo punto i due generatori controllati sono di fatto diventati generatori indipendenti

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

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

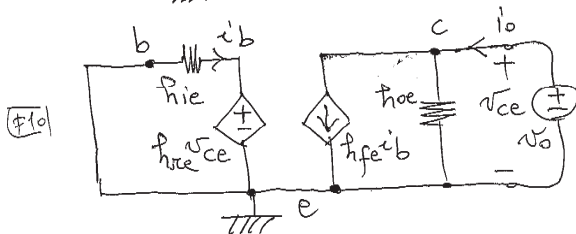
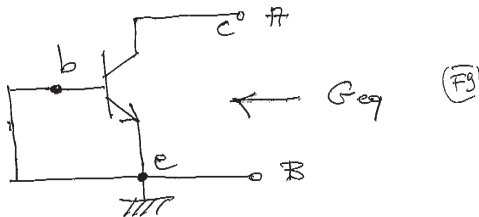
quindi

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



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

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

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