

Fig.3.10.1 - Convertitore D/A con rete di resistori.

Convertitore D/A con resistori di peso binario. Dalla eq.3.9.7 si deduce immediatamente che un convertitore digitale-analogico può essere realizzato mediante un sommatore con Op Amp (fig.3.7.9-a) ed un'opportuna rete di resistori pesata; si ottiene così il circuito fig.3.10.1, costituito da una rete di resistori (nella quale due valori successivi differiscono secondo un fattore 2), da M interruttori (uno per ciascun bit applicato all'ingresso del DAC), da un generatore di tensione e da un Op Amp. La precisione di questo DAC, denominato convertitore con resistori di peso binario (binary weighted resistance converter), dipende dalla precisione e dalla stabilità della tensione di fondo scala e dei rapporti tra i resistori. Pertanto la tensione di fondo scala deve essere realizzata con un generatore campione, e la rete di resistori con un procedimento monolitico per ottenere derive termiche del rapporto tra le resistenze dell'ordine di qualche parte per milione per grado centigrado.

¹² I resistori integrati hanno derive termiche relativamente elevate. Tuttavia resistori integrati molto prossimi tra loro hanno praticamente la stessa temperatura e sono sottoposti alle stesse vicissitudini termiche. Pertanto il rapporto tra questi resistori ha una

Questo convertitore richiede $M + 1$ resistori tutti diversi tra loro secondo un rapporto 2; per valori anche piccoli di M si ottengono pertanto valori estremi dei resistori molto diversi tra loro, per i quali non è agevole garantire un buon coefficiente di temperatura del rapporto delle loro resistenze. Inoltre la resistenza relativa al bit meno significativo risulta molto

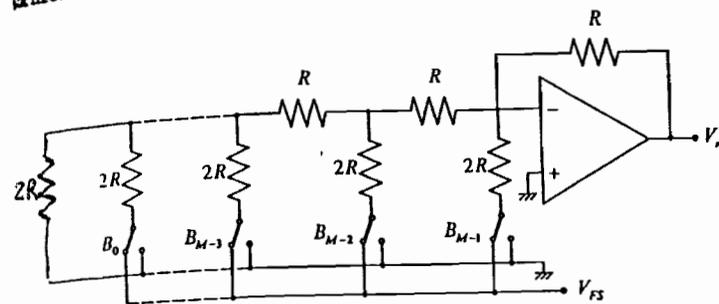


Fig.3.10.2 - Convertitore D/A con rete di resistori a scala.

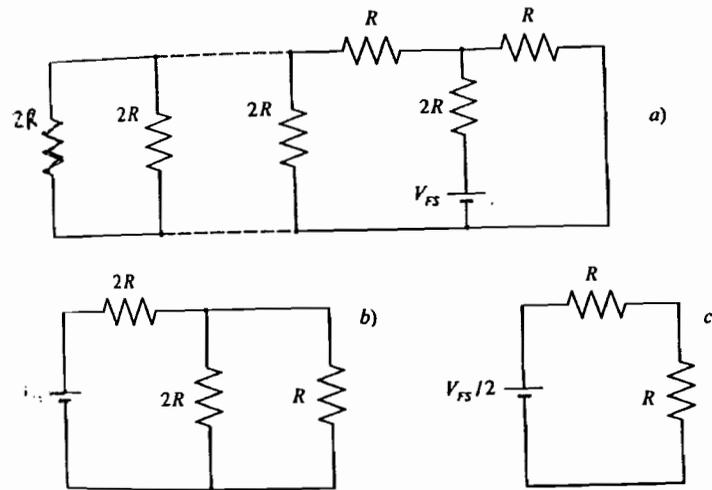


Fig.3.10.3 - Circuiti per determinare la corrente nella resistenza di retroazione del circuito di fig.3.10.2.

La tecnica elevata, dello stesso ordine dei resistori con manganina, ossia circa 10

elevata e rende quindi così piccola la corrente nel nodo di somma dell'Op Amp che può non risultare più trascurabile l'effetto delle correnti di polarizzazione.

Convertitore D/A con rete a scala. Per ottenere la somma pesata richiesta dalla eq.3.9.7 si può utilizzare un'opportuna rete a scala contenente unicamente due tipi di resistori che stanno tra loro nel rapporto 2; si ottiene così il circuito di fig.3.10.2, denominato convertitore con rete a scala $R-2R$ ($R-2R$ ladder network converter). Nella ipotesi che sia uguale a 1 soltanto il bit più significativo, la corrente confluyente nel nodo collegato all'ingresso invertente dell'Op Amp vale $V_{FS}/2R$; se invece è uguale a 1 il bit più prossimo al precedente, la rete a scala può essere facilmente ricondotta al circuito di fig.3.10.3-a purché si tenga presente che l'ingresso invertente dell'Op Amp è a potenziale di massa. Applicando il teorema di Thevenin, da tale circuito si deduce quello di fig.3.10.3-b; la corrente confluyente nel nodo coincidente con l'ingresso invertente dell'Op Amp vale pertanto $(V_{FS}/2)/2R = V_{FS}/4R$. Procedendo in modo del tutto analogo si dimostra che tale corrente, proporzionale alla tensione in uscita dell'Op Amp, diminuisce secondo un rapporto 2 man mano che assumano valore 1 bit meno significativi. Essendo il circuito per ipotesi lineare, vale il principio di sovrapposizione degli effetti; si è pertanto ottenuto il risultato cercato.

Un altro tipo di convertitore D/A con rete a scala è quello di fig.3.10.4. In esso ciascun resistore $2R$ è collegato o direttamente a massa, o si trova a potenziale di massa perché collegato all'ingresso invertente dell'Op Amp. Quando l'interruttore B_{M-1} è collegato all'ingresso invertente dell'Op Amp, la corrente $I_{FS} = V_{FS}/2R$ viene applicata all'ingresso dell'Op Amp e l'uscita risulta $V_n = -RI_{FS} = -V_{FS}/2$, in accordo con l'eqn.3.9.7. La rete successiva è costituita da successivi blocchi del tipo di fig.3.10.5, la cui resistenza d'ingresso è ancora uguale a $2R$ e la corrente che circola su ciascuna delle due resistenze $2R$ in parallelo è la metà di quella all'ingresso. Una delle due resistenze $2R$ è collegata all'interruttore corrispondente e l'altra è la resistenza d'ingresso del blocco successivo. Pertanto ogni blocco dimezza la corrente applicata al suo ingresso e, quindi, dimezza anche la tensione d'uscita in accordo con l'eq.3.9.7.

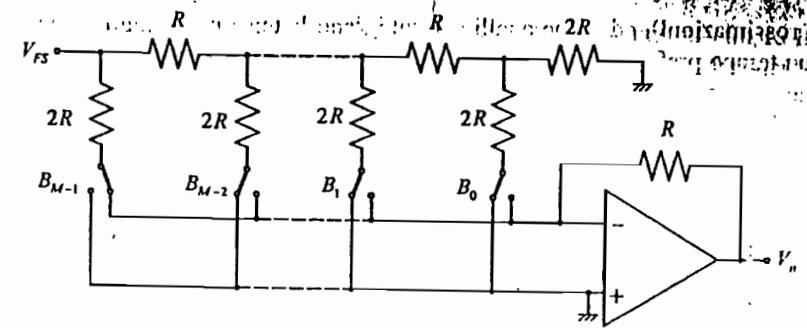


Fig.3.10.4 – Altro convertitore D/A con rete a scala.

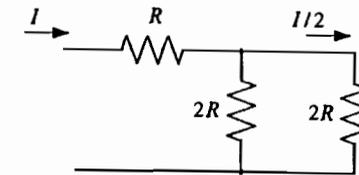


Fig.3.10.5 – Singolo blocco nel quale si può pensare di decomporre la rete di fig.3.10.4.