



Controllo di circuiti con la parallela: il DAC



II DAC

Controllo
di circuiti
con la
parallela: il
DAC

DAC

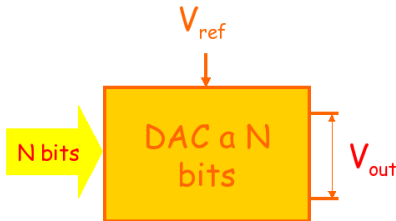
ADC

Esercitazione

Il **DAC** (**D**igital to **A**nalog **C**onverter) è un dispositivo che legge in ingresso un numero binario di N bits e fornisce in uscita una tensione proporzionale al numero letto.

Siccome ci sono 2^N possibili stati di ingresso, le tensioni in uscita variano usualmente tra 0 e $2^N - 1/2^N V_{ref}$ a passi di $1/2^N V_{ref}$, dove V_{ref} è una tensione di riferimento fornita al dispositivo.

Esistono in commercio DAC da 8, 12, 16 e 24 bits.





Schema a blocchi di un DAC

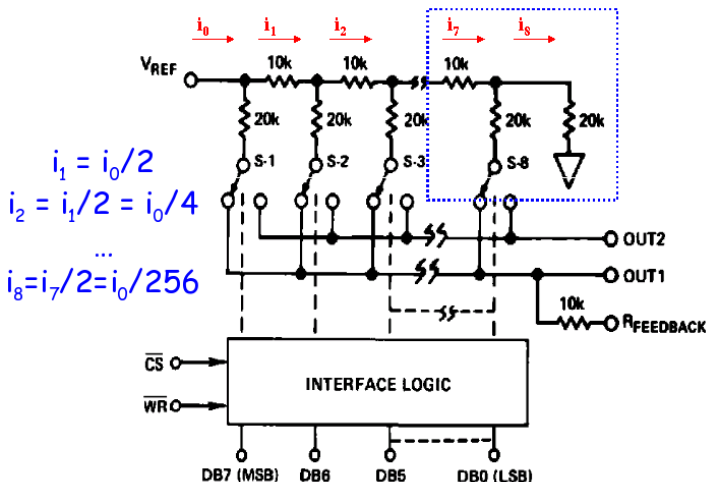
Controllo
di circuiti
con la
parallela: il
DAC

DAC

ADC

Esercitazione

L'idea di base di un DAC è quella di un sistema di resistenze che dividono progressivamente la corrente erogata dal generatore V_{ref} .





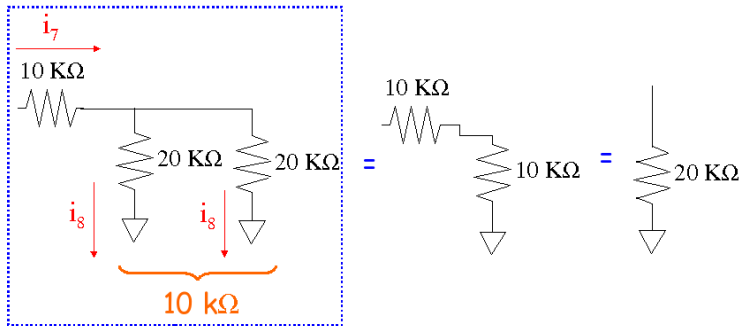
Principio di funzionamento del DAC

Controllo
di circuiti
con la
parallela: il
DAC

DAC

ADC

Esercitazione



L'analisi dell'ultima maglia mostra due fatti importanti:

- la corrente entrante si divide in due parti uguali ($i_8 = i_7/2$)
- l'intera maglia è equivalente ad una singola resistenza da $20\text{ k}\Omega$



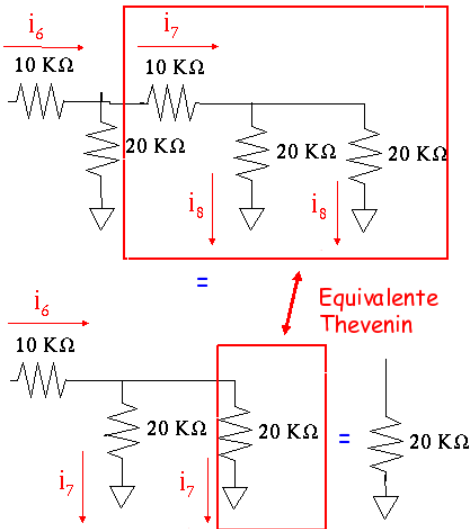
Principio di funzionamento del DAC

Controllo
di circuiti
con la
parallela: il
DAC

DAC

ADC

Esercitazione



Se aggiungiamo una maglia e sostituiamo all'ultima il suo equivalente Thevenin, ci rendiamo conto che il nuovo sistema è identico al precedente: anch'esso divide la corrente in due parti uguali ed equivale ad una singola resistenza da $20\text{ k}\Omega$.

Ne deduciamo che, in generale,

$$i_n = i_{n-1}/2$$



Utilizzo del DAC

Controllo
di circuiti
con la
parallela: il
DAC

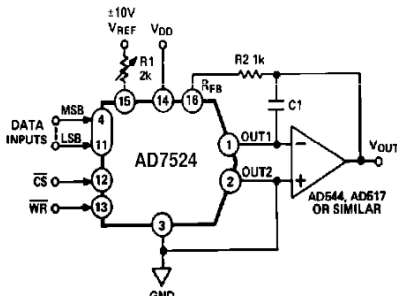
DAC

ADC

Esercitazione

Come abbiamo visto, il DAC divide la corrente erogata dal generatore di V_{ref} in due parti, OUT1 e OUT2, a seconda dei bits di ingresso.

Per potere usare il DAC come un generatore di tensione è quindi necessario aggiungere un dispositivo che generi una tensione proporzionale alla corrente di ingresso.



Data		V_{out}
MSB	LSB	
00000000		0
00000001		$-V_{ref}/256$
00000010		$-2V_{ref}/256$
...		...
10000000		$-128 V_{ref}/256$
...		...
11 11 11 11		$-255 V_{ref}/256$



L' ADC

Controllo
di circuiti
con la
parallela: il
DAC

DAC

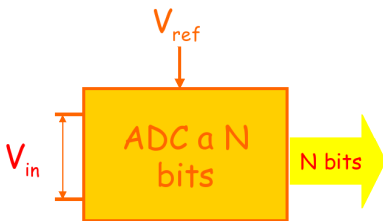
ADC

Esercitazione

L' **ADC** (**A**nalog to **D**igital **C**onverter) è un dispositivo che legge in ingresso una tensione e fornisce in uscita un numero binario di N bits proporzionale alla tensione.

Siccome ci sono 2^N possibili stati di uscita, le tensioni in ingresso saranno misurate tanto più precisamente quanto più grande è N .

Esistono in commercio ADC da 8, 12, 16 e 24 bits. Anche per l'ADC deve essere fornita una **tensione di riferimento** da confrontare con quella da misurare.





Schema a blocchi di un ADC

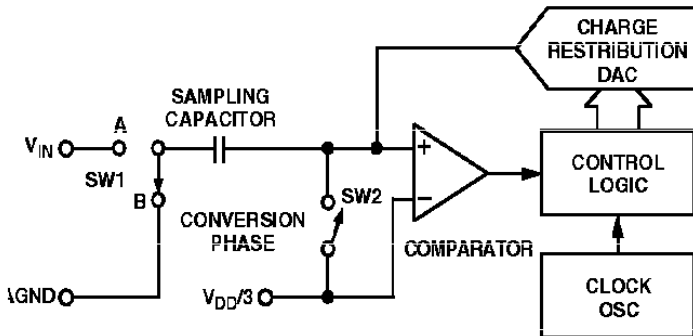
Controllo
di circuiti
con la
parallela: il
DAC

DAC

ADC

Esercitazione

Negli ADC la tensione di ingresso viene ripetutamente confrontata con quella fornita da un DAC interno, fino a che non viene ottenuta la migliore approssimazione.





Uso dell'ADC e del DAC

Controllo
di circuiti
con la
parallela: il
DAC

DAC

ADC

Esercitazione

L'ADC ed il DAC sono largamente utilizzati nei dispositivi elettronici; ogni lettore di CD ad esempio usa un DAC per convertire le informazioni digitali del disco in suoni.

Il multimetro digitale si basa su un ADC, come pure esistono generatori di tensione programmabili basati su un DAC. Ci sono tuttavia circostanze in cui è preferibile utilizzare un singolo ADC o DAC piuttosto che uno strumento complesso basato su un tale dispositivo.

Le ragioni sono fondamentalmente economiche; va anche tenuto presente il fatto che ADC e DAC sono strumenti veloci (eseguono la conversione in qualche μsec), caratteristica che spesso viene persa negli strumenti di misura più complessi (il nostro multimetro digitale esegue una misura al secondo).



Curva di calibrazione di un DAC

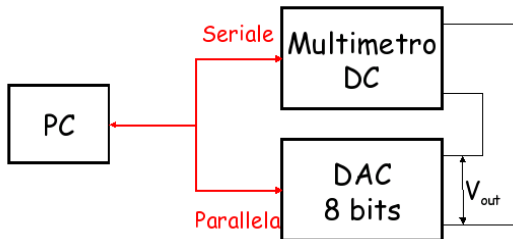
Controllo
di circuiti
con la
parallela: il
DAC

DAC
ADC

Esercitazione

La prima misura che effettueremo in laboratorio sarà la determinazione della **curva di calibrazione** di un DAC a 8 bits connesso alla **porta parallela**: per ciascuna delle 256 possibili configurazioni di ingresso misureremo la tensione di uscita con il multimetro digitale; salveremo quindi le misure eseguite su un file.

Ricordate che la **calibrazione** dipende da V_{ref} .





Curva di calibrazione di un DAC

Controllo
di circuiti
con la
parallela: il
DAC

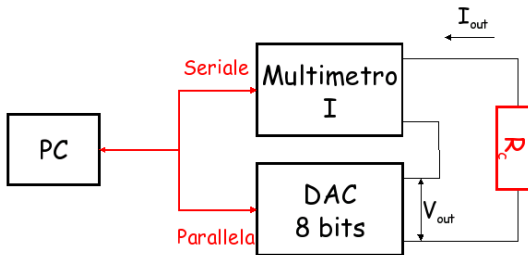
DAC

ADC

Esercitazione

Nota la curva di calibrazione del DAC utilizzeremo il multimetro come amperometro per determinare in modo automatico la **caratteristica tensione-corrente di un carico resistivo** (ad es. una resistenza o una lampadina).

Il **valore medio della resistenza e la eventuale deviazione dal comportamento lineare** saranno determinate con un best-fit.





```
int main(){
    // calibrazione o misura ? (ad es. lcalib true/false)
    ...
    // inizializza porta seriale e parallela,
    // apre il file di I/O opportuno
    init(lcalib);
    ...
    if (lcalib){
        Calibrazione();
    } else {
        Misura();
    }
    ...
    // chiude porta seriale e parallela
    // ed il file di I/O opportuno
    end(lcalib);
    ...
    return 0;
}
```



Traccia (II)

Controllo
di circuiti
con la
parallela: il
DAC

DAC

ADC

Esercitazione

```
void Calibrazione(){  
    double tensione;  
    for (unsigned char ch=0; ch<256;ch++){  
        ioctl(fd_parallela,...,...); // scrive sulla linea DATA  
        sleep(2); // diamo il tempo al circuito di assestarsi  
        tensione = get_metex(...); // legge V dal multimetro  
        // scrive numero e tensione nel file  
        // (opzionale) grafico V vs numero  
    }  
}
```



Traccia (III)

Controllo
di circuiti
con la
parallela: il
DAC

DAC

ADC

Esercitazione

```
void Misura(){
    double corrente,tensione;
    double vtun[256];
    // legge 256 valori dal file di calibrazione --> vtun[256];
    for (unsigned char buf=,...,...){ // numeri scelti
                                    // (=valori di tensione)
        ioctl(fd_parallela,...,...); // setta il valore di tensione
        sleep(2);
        corrente = get_metex(...); // lettura corrente
        tensione = vtun[buf];
        // scrittura di corrente e tensione nel file di misure
        // grafico in tempo reale di I vs V
    }
}
```



Traccia (IV)

Controllo
di circuiti
con la
parallela: il
DAC

DAC

ADC

Esercitazione

Opzionale: scrivere Misura un modo che si possa selezionare direttamente il valore della tensione

```
int get_closest_int(double V, double Vref){
    // restituisce i tale che i*Vref/255 sia vicino a V
}

void Misura(){
    double corrente,tensione;
    double vtun[256];
    // legge 256 valori dal file di calibrazione --> vtun[256];
    double V[n]={...,...}; // puo' essere impostato dall'utente
    for (int i=0;i<n;i++){ // numero di valori di tensione
        unsigned char buf = get_closest_int(V[i],Vref);
        ioctl(fd_parallela,...,...); // setta il valore di tensione
        sleep(2);
        corrente = get_metex(...); // lettura corrente
        tensione = vtun[buf];
        // scrittura di corrente e tensione nel file di misure
        // grafico in tempo reale di I vs V
    }
}
```