

Hardware e Software

Naoki Pross

2 novembre 2017

Indice

| | | |
|----------|---|----------|
| 1 | Memorie | 3 |
| 1.1 | Definizione di memoria | 3 |
| 1.2 | Classificazione delle memorie | 3 |
| 1.3 | Unità di misura | 3 |
| 1.4 | Notazione | 3 |
| 1.5 | Read Only Memory (ROM) | 4 |
| 1.6 | Random Access Memory (RAM) | 4 |
| 2 | Circuiti Digitali | 6 |
| 2.1 | Generatori di Clock | 6 |
| 2.2 | Circuiti di reset | 6 |
| 2.3 | FlipFlops | 6 |
| 3 | Convertitori AD - DA | 7 |
| 3.1 | Quantizzazione dei dati | 7 |
| 3.2 | Sampling and Hold (Circuiti SH) | 8 |
| 3.3 | Convertitori digitale → analogico (DA) | 8 |
| 3.3.1 | Convertitore a resistori pesati | 8 |
| 3.3.2 | Convertitore a scala R-2R | 8 |
| 3.3.3 | Convertitore a scala R-2R invertita | 8 |
| 3.3.4 | Caratteristiche e parametri dei convertitori DA | 8 |
| 3.4 | Convertitori analogico → digitale (AD) | 8 |
| 3.4.1 | Convertitore a comparatori in parallelo | 8 |
| 3.4.2 | Convertitore ad approssimazioni successive | 8 |
| 3.4.3 | Convertitore a rampa digitale | 8 |
| 3.4.4 | Convertitore a doppia rampa | 8 |
| 3.4.5 | Convertitore $\Sigma\Delta$ (Sigma-Delta) | 8 |
| 3.4.6 | Caratteristiche e parametri dei convertitori AD | 8 |
| 4 | Trasmissione di dati seriale | 9 |
| 4.1 | Trasmissione seriale | 9 |
| 4.2 | USART e RS232 / RS485 | 9 |
| 4.3 | Inter-Integrated Circuit (I ² C) | 9 |
| 4.4 | Serial Peripheral Interface Bus (SPI) | 9 |
| 4.5 | Universal Serial Bus (USB) | 9 |

1 Memorie

1.1 Definizione di memoria

Una memoria può essere definita come un sistema in grado di conservare delle informazioni come per esempio un Hard-Disk, un libro o un DVD. In questo capitolo sono analizzate solamente alcuni tipi di memoire dette *memorie a semi-conduttore*. In queste forme di memoria l'informazione è rappresentata da un livello di tensione (per esempio lo standard TTL) che come conseguenza richiede un supporto fisico elettronico.

1.2 Classificazione delle memorie

Le memorie digitali possono essere classificate in base a vari criteri quali

- Mantenimento dell'informazione senza l'uso di alimentazione:
Volatili o **Non volatili**
- Tempo di permanenza con l'alimentazione:
Statiche o **Dinamiche**
- Modalità di accesso:
Casuale o **Sequenziale** (o entrambe)

1.3 Unità di misura

In informatica in molti casi sono più importanti le potenze di 2 che le potenze di 10. Perciò oltre ai prefissi del sistema internazionale kilo (k) 10^3 , mega (M) 10^6 , giga (G) 10^9 sono stati aggiunti dalla commissione europea IEC i prefissi kibi (Ki) $2^{10} = 1024^1$, mebi (Mi) $2^{20} = 1024^2$, gibi (Gi) $2^{30} = 1024^3$ ecc.

Naturalmente però non essendo uno standard internazionale negli USA la commissione JEDEC utilizza un sistema differente. Lo standard americano modifica il significato dei simboli SI quando sono combinati con l'unità Byte (B). Quindi $1 \text{ KB} = 1 \text{ KiB} = 2^{10} \text{ Bytes}$, $1 \text{ MB} = 1 \text{ MiB} = 2^{20} \text{ Bytes}$, $1 \text{ GB} = 1 \text{ GiB} = 2^{30} \text{ ecc.}$

| Valore | Nome IEC | Simbolo IEC | Nome JEDEC | Simbolo JEDEC |
|-------------------|----------|-------------|------------|---------------|
| $2^{10} = 1024^1$ | KibiByte | KiB | KiloByte | KB |
| $2^{20} = 1024^2$ | MebiByte | MiB | MegaByte | MB |
| $2^{30} = 1024^3$ | GibiByte | GiB | GigaByte | GB |

Tabella 1: tabella riassuntiva delle unità di misura.

1.4 Notazione

Le memorie vengono normalmente indicate con la seguente notazione.

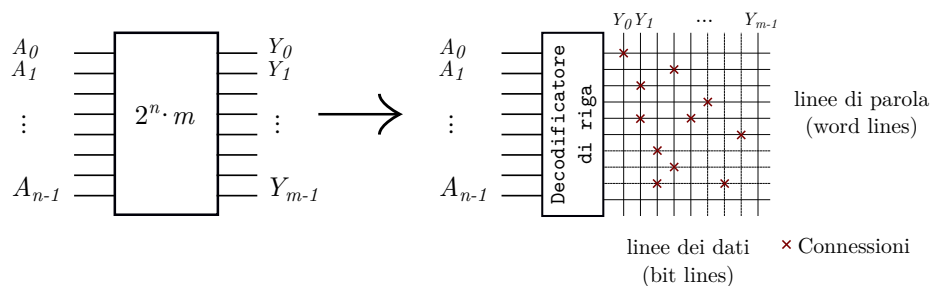
$$words\ count \times word\ size$$

In cui *word size* indica la dimensione della parola, ovvero il numero di bits utilizzato in uscita, mentre *words count* indica il numero di parole presenti. Per esempio una memoria da 2 KiB (o 2KB secondo la notazione JEDEC) viene

indicata come memoria 2048×8 bits. È anche possibile indicare la dimensione con il numero di bits contenuti nella memoria. Sempre lo stesso esempio di una memoria da 2 KiB si indica quindi con 16384 bits oppure 16 K (che con lo standard JEDEC corrisponde a $16 \cdot 1024 = 16384$).

1.5 Read Only Memory (ROM)

La memoria ROM è un circuito combinatorio che fornisce in uscita una serie di dati $Y_0 \dots Y_{m-1}$ in corrispondenza ad una serie di ingressi $A_0 \dots A_{n-1}$. Con n bit in ingresso si possono avere fino a 2^n celle di dimensione m in uscita. In questo tipo di memoria come implica il nome le informazioni vengono conservate permanentemente nella configurazione del circuito, siccome esse sono ‘bruciate’ fisicamente nel circuito.



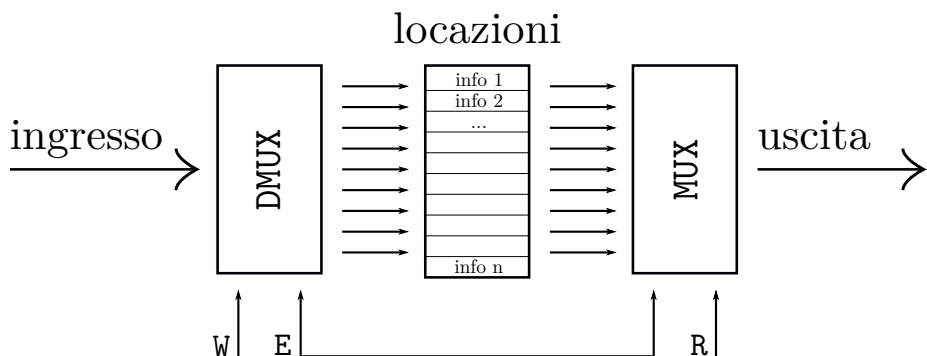
Per ogni indirizzo in A corrisponde una riga che accende alcuni bit sull’uscita Y in base alle connessioni presenti tra le linee dei dati e le linee delle parole. La connessione può essere costruita con differenti componenti, creando quindi differenti tipi di ROM. La seguente tabella descrive brevemente le caratteristiche di ogniuna.

| Acronimo | Nome | Caratteristica |
|---------------------------------|---------------------------------|---|
| ROM | Read Only Memory | Programmata in fabbrica |
| PROM | Programmable ROM | Programmabile dall’utente una volta sola, per sempre. La programmazione avviene bruciando dei fusibili. |
| EPROM | Erasable PROM | Programmabile più volte dall’utente. È possibile cancellare il contenuto esponendo il chip ai raggi UV per 15 - 20 min. |
| EEPROM o E ² PROM | Electronically Erasable PROM | Programmabile più volte dall’utente, la memoria viene riscritta in pochi milisecondi utilizzando dei segnali elettrici. |

1.6 Random Access Memory (RAM)

In una memoria ad accesso casuale, o memoria RAM (Random Access Memory), una qualsiasi locazione è individuata da un numero (indirizzo o address) e il suo

contenuto può essere letto o modificato in un intervallo di tempo costante detto *tempo di accesso* t_a .



Quando viene richiesta un'operazione di lettura con il segnale **R**, l'indirizzo comanda il multiplexer per passare sull'uscita il dato contenuto alla locazione richiesta. Nell'operazione di scrittura il segnale **W** abilita la scrittura del dato presente in ingresso nella cella indicata tramite il demultiplexer.

La RAM può essere di tipo *statico* o *dinamico*. Le **SRAM** (static RAM) sono dei flip-flops, mentre le **DRAM** (dynamic RAM) sono dei microcondensatori C-MOS nei quali 1 corrisponde al condensatore carico e 0 corrisponde al condensatore scarico.

La RAM dinamica (DRAM) avendo un comportamento elettrico tipico dei condensatori, essa è soggetta alla scarica, cioè tende a perdere l'informazione contenuta, perciò necessitano di essere ricaricate regolarmente con della circuiteria che esegue un *refresh*.

La RAM statica (SRAM) essendo un FF, è in grado di mantenere le informazioni per un tempo indeterminato affinché ci sia l'alimentazione. Gli svantaggi delle SRAM rispetto alle DRAM sono il consumo energetico (potenza dissipata) e la dimensione, che rendono la densità di bit per unità di area minore. Come vantaggio invece le SRAM tendono ad essere più veloci delle DRAM.

2 Circuiti Digitali

2.1 Generatori di Clock

2.2 Circuiti di reset

2.3 FlipFlops

3 Convertitori AD - DA

3.1 Quantizzazione dei dati

Il processo di digitalizzazione dei segnali analogici introduce il concetto di *quantizzazione*. Infatti mentre un segnale analogico può assumere infiniti valori in un campo continuo la sua rappresentazione digitale può assumere soltanto un numero finito di valori *discreti*. Gli infiniti valori del segnale analogico devono pertanto essere quantizzati ovvero raggruppati in un certo numero di fasce delimitate da livelli fissi detti *livelli di quantizzazione*; a ciascuna fascia di valori analogici corrisponderà un valore digitale. La distanza fra due livelli di quantizzazione continui costituisce il *passo di quantizzazione* Q^1 , a cui corrisponde il valore del bit meno significativo.

$$Q = \frac{V_{ref}}{2^n} \quad FS = Q \cdot 2^n = V_{ref}$$

Un dato digitale ad n bit può esprimere 2^n valori; il valore digitale 2^n viene pertanto associato al valore di fondo scala FS o FSR (Full scale range) della grandezza analogica.

Risoluzione. In un ADC i valori digitali in uscita non riproducono dunque fedelmente il segnale di ingresso ma ne danno una rappresentazione approssimata tanto più precisa quanto minore è il passo di quantizzazione Q . Il numero di bit n in uscita di un convertitore AD, così come il numero dei bit di ingresso di un convertitore DA viene generalmente chiamato *risoluzione*².

$$R = \log_2 \frac{V_{ref}}{Q} = n$$

Errore di quantizzazione. Avendo quantizzato il segnale analogico, ogni valore non campionato sarà sostituito dall'ultimo valore misurato (effetto 'scaletta'). Perciò nel punto in cui l'errore del segnale digitale sarà massimo rispetto a quello analogico, l'errore sarà di esattamente:

$$\varepsilon = \frac{1}{2}Q \quad \varepsilon\% = \frac{1}{2^{n+1}}$$

¹Definito spesso anche come *LSB*

²In alcuni casi viene indicato come il valore del passo di quantizzazione indipendente da V_{ref} , dunque $R = 2^{-n}$

- 3.2 Sampling and Hold (Circuiti SH)**
- 3.3 Convertitori digitale \rightarrow analogico (DA)**
 - 3.3.1 Convertitore a resistori pesati**
 - 3.3.2 Convertitore a scala R-2R**
 - 3.3.3 Convertitore a scala R-2R invertita**
 - 3.3.4 Caratteristiche e parametri dei convertitori DA**
- 3.4 Convertitori analogico \rightarrow digitale (AD)**
 - 3.4.1 Convertitore a comparatori in parallelo**
 - 3.4.2 Convertitore ad approssimazioni successive**
 - 3.4.3 Convertitore a rampa digitale**
 - 3.4.4 Convertitore a doppia rampa**
 - 3.4.5 Convertitore $\Sigma\Delta$ (Sigma-Delta)**
 - 3.4.6 Caratteristiche e parametri dei convertitori AD**

4 Trasmissione di dati seriale

4.1 Trasmissione seriale

Il sistema più semplice per la trasmissione di dati è un bus *parallelo*. Con collegamento parallelo si designa la trasmissione simultanea di n bit. Questi bit sono inviati simultaneamente su n vie differenti (una via può essere ad esempio un filo, un cavo o qualsiasi altro supporto fisico).

In contrapposizione in una trasmissione *seriale* i dati sono inviati bit per bit sulla via di trasmissione. Tuttavia, dato che la maggior parte dei dispositivi processa le informazioni in modo parallelo, si tratta di serializzare i dati che arrivano in modo parallelo a livello dell'emittente, e di eseguire il processo inverso a livello del ricevente.

4.2 USART e RS232 / RS485

4.3 Inter-Integrated Circuit (I²C)

4.4 Serial Peripheral Interface Bus (SPI)

4.5 Universal Serial Bus (USB)

Bibliografia

License

This work is licensed under the Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License. To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/> or send a letter to Creative Commons, PO Box 1866, Mountain View, CA 94042, USA.

Short summary (not a substitute for the license)

You are free to:

- Share copy and redistribute the material in any medium or format
- Adapt remix, transform, and build upon the material for any purpose, even commercially.

The licensor cannot revoke these freedoms as long as you follow the license terms.

Under the following terms:

- Attribution You must give appropriate credit, provide a link to the license, and indicate if changes were made. You may do so in any reasonable manner, but not in any way that suggests the licensor endorses you or your use.
- ShareAlike If you remix, transform, or build upon the material, you must distribute your contributions under the same license as the original.
- No additional restrictions You may not apply legal terms or technological measures that legally restrict others from doing anything the license permits.

Notices: You do not have to comply with the license for elements of the material in the public domain or where your use is permitted by an applicable exception or limitation. No warranties are given. The license may not give you all of the permissions necessary for your intended use. For example, other rights such as publicity, privacy, or moral rights may limit how you use the material.

