ELETTRONICA DIGITALE

COS'È L'ELETTRONICA DIGITALE?

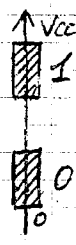
"Digitale" deriva dall'inglese "digit", che vuol dire "cifra". Il digitale è, infatti, un mondo discreto.
"Digitale" non vuol dire necessariamente "binario", poiché vorrebbe dire che in un ambiente digitale si potrebbero usare solo rappresentazioni numeriche con solo 0 e 1.
Ma nel nostro corso, confonderemo i termini.
Nel mondo digitale, l'algebra booleana ha generato la logica binaria e le operazioni logiche, riconducibili successivamente ad operazioni di controllo.
Nel mondo digitale è possibile rappresentare numeri mediante la rappresentazione in base binaria. Ciò consente lo sviluppo di applicazioni di calcolo.
Sappiamo, inoltre, che un segnale si può preservare tramite campionamento. Tramite questi campionamenti ed opportune macchine è possibile eseguire delle operazioni sul segnale. Ciò permette di sbloccare applicazioni di elaborazione del segnale.
Il mondo digitale è "elettronico", poiché gli ingegneri elettronici sono in grado di realizzare, tramite i circuiti elettronici, sistemi digitali meglio di qualsiasi altro ingegnere. Infatti, i sistemi elettronici hanno il pregio di:

- avere ingombro minimo;
- avere alte velocità di risposta;
- avere costi molto bassi;
- avere consumi minimi di potenza

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell 388-1077240

CARATTERISTICHE DI UN SISTEMA ELETTRONICO DIGITALE

Ai valori logici 0 e 1 vengono associati particolari valori di tensione (tipicamente 0 = 0V e 1 = V_{CC}). Succede, tuttavia, che per valori diversi di tensione non è definito un valore logico associato. Allora si assoceranno, invece, a 0 e 1 opportuni intervalli

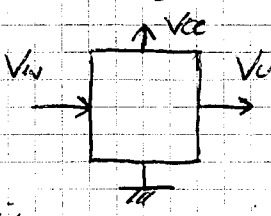



master
COPY
COPISTERIA
050/8312126 388/9837745

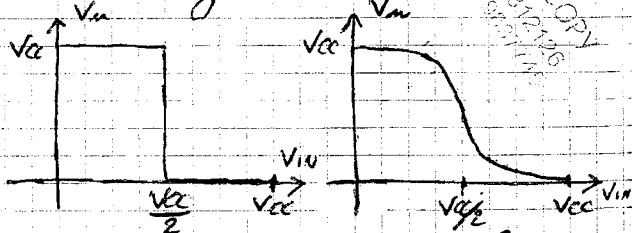
di tensione.
A questo punto, i valori logici delle uscite saranno funzione delle variabili logiche associate alle tensioni di ingresso. Tramite questi sistemi si realizzeranno delle funzioni. Essi dovranno essere realizzati in modo che le ampiezze delle uscite siano "quantizzate", ossia concentrate prevalentemente all'interno di certi intervalli di tensione. Queste caratteristiche sono ottenibili con soli circuiti NON lineari.
Qualitativamente, il miglior 0 logico è lo 0 elettrico, mentre per 1 è Vcc. Il sistema dovrebbe essere, pertanto, tale che le uscite reali siano il più possibile vicino agli 0 e 1 logici ~~qe~~ migliori. Tale proprietà è detta rigenerazione dei livelli.
Un'altra proprietà implicita è l'unidirezionalità, ossia i terminali possono essere o di uscita o di ingresso.
La rete deve anche essere in grado di alimentare o pilotare altri circuiti digitali, avere, cioè, capacità di pilotaggio.

CARATTERISTICHE STATICHE DI UN SISTEMA ELETTRONICO DIGITALE

Un sistema digitale a un solo ingresso e una sola uscita può essere caratterizzato dalla propria relazione ingresso-uscita. Essa, tuttavia, a differenza degli amplificatori, è definita su tensioni in continua.

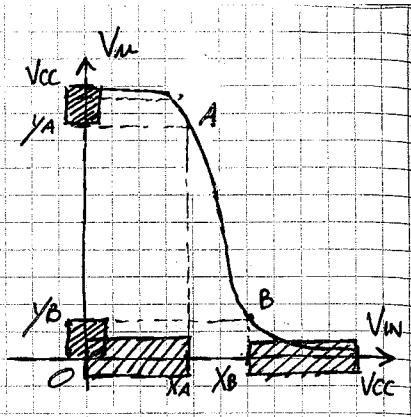


Proviamo a caratterizzare un inverter.
Le caratteristiche ideale e reale sono le seguenti:



Si istituiscono ora delle convenzioni per la valutazione della caratteristica di trasferimento statica. Si individuano, in primo luogo, i punti della caratteristica di trasferimento reale per cui la propria tangente ha pendenza unitaria in modulo.

Le ascisse $0 \leq X \leq X_A$ saranno le tensioni di ingresso associate allo 0 logico, mentre quelle $X_B \leq X \leq V_{CC}$ all'1 logico. Per l'uscita, invece, le $Y_A \leq Y \leq V_{CC}$ sono associate all'1 logico e le $0 \leq Y \leq Y_B$ allo 0 logico. Le zone rimanenti sono quelle di incertezza.



La pendenza della curva nel grafico $\left(\frac{\partial V_{out}}{\partial V_i} \simeq \frac{\Delta V_{out}}{\Delta V_i} \simeq A\right)$ costituisce il guadagno del sistema per piccoli segnali in un determinato punto di riposo. Si scelgono i punti con pendenza 1 in modulo, perché le zone di 0 e 1 logici devono essere tali che per quei punti di riposo i piccoli segnali risultino attenuati. Questo perché in un circuito digitale è necessario evitare di amplificare i disturbi. Anche un circuito analogico può essere usato come rete digitale, purché non lavori nelle zone di banda definite per una rete analogica.

Con queste convenzioni, si definiscono i seguenti parametri:

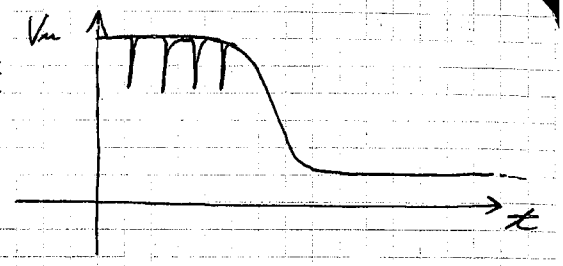
- $V_{IL_{MAX}}$, massimo valore in ingresso interpretato come 0 logico;
- $V_{IH_{MIN}}$, minimo valore di ingresso interpretato come 1 logico;
- $V_{OL_{MAX}}$, massima tensione di uscita generata su livello basso;
- $V_{OH_{MIN}}$, minima tensione di uscita generata su livello alto.

Per avere una buona rigenerazione dei livelli, bisogna fare in modo che le zone di incertezza siano maggiori in uscita rispetto all'ingresso. In questo modo, le uscite di e, quindi, gli ingressi di eventuali altri sistemi digitali in cascata, risultino concentrati maggiormente intorno agli 0 e 1 migliori.

Un altro parametro statico, per giudicare la rigenerazione, è il Logic Swing, ossia $LS = V_{OH_{MIN}} - V_{OL_{MAX}}$.

Esaminiamo ora un generico andamento nel tempo della tensione di uscita. Un qualsiasi fenomeno aleatorio può talvolta alterare le informazioni se i disturbi che genera

sono tali per cui V_{in} assume valori interpretabili logicamente in maniera diversa ~~ad~~ rispetto all'andamento originale.

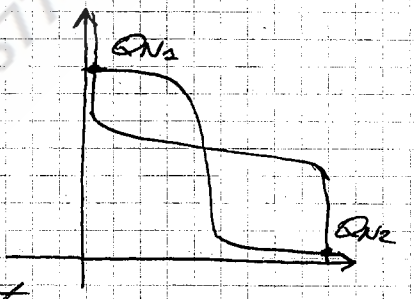


I parametri di valutazione della reiezione dei disturbi sono i ~~so~~ Noise Margin:

- $NM_H = V_{OH_{MIN}} - V_{IH_{MIN}}$
- $NM_L = V_{IL_{MAX}} - V_{OL_{MAX}}$

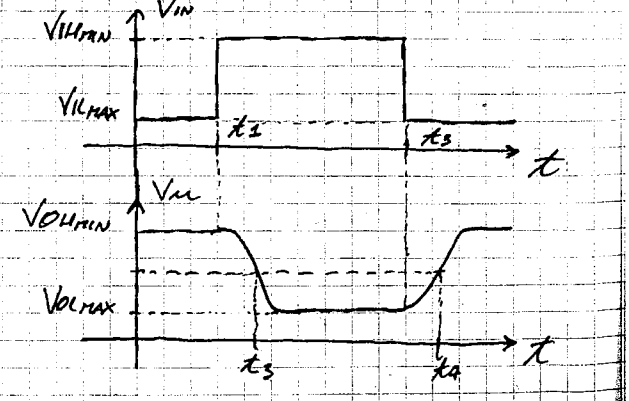
In un sistema digitale, le potenze scambiate con l'ingresso e l'uscita sono trascurabili rispetto a quella scambiata con l'alimentazione.
Se si considera che il sistema lavori per il 50% del tempo con uscita bassa e 50% ad uscita alta, si definisce potenza statica la quantità $P_S = V_{CC} \cdot \frac{I_{CCH} + I_{CCL}}{2}$

I_{CCH} e I_{CCL} si trovano tramite i punti nominali. Essi sono i punti di lavoro per cui è probabile che il circuito lavorerà. Essi si determinano intersecando la caratteristica statica con il la sua simmetrica rispetto alla bisettrice del primo e terzo quadrante. Questo si basa sul fatto che una rete digitale molto spesso ne alimenta un'altra



CARATTERIZZAZIONE DINAMICA DI UN CIRCUITO DIGITALE

Immaginiamo ora di sollecitare un inverter con una tensione non costante nel tempo. Con una transizione dell'ingresso mi aspetto una transizione dell'uscita ritardata, a causa di fenomeni inerziali.
Alcuni parametri dinamici sono i propagation delay*, ossia:



MASTER COPY
Tel 050 8312126
Cell 388 9837745