



Giovanni Schgör (g.schgor)

## MICROCAP - ANCHE LE SIMULAZIONI SI ANIMANO

4 March 2007

Articolo n° 5 su 10 del corso "[Usare Micro Cap 9](#)". Vai all'[indice](#) del corso.

Paragrafi dell'articolo:

1. [Simulazioni animate](#)
2. [Conclusioni](#)

Simulazione animata

Per concludere la panoramica sull'uso di MicroCap, si consiglia di visitare il programma dimostrativo (**File/Open/Animateall/Apri**) che rappresenta una buona visione dei vari dispositivi utilizzabili per "animare" le simulazioni.

Il programma non è eseguibile direttamente (il numero di elementi è superiore e quello ammesso nella versione DEMO), perciò va richiamato con **Help/Demos/Animation Demos...**, che passa automaticamente in rassegna i vari esempi.

Quello che qui si vuole mettere in risalto è invece l'approccio all'impostazione delle simulazioni, con qualche considerazione sui limiti di queste.

Si è già visto che l'esecuzione di una simulazione avviene nel tempo necessario ai relativi calcoli e che il risultato "naturale" di questi è un grafico temporale del fenomeno osservato. Quindi essenzialmente la simulazione non avviene in "tempo reale" (se per es. si programma uno stimolatore ad 1 Hz, questo in realtà non produce un'onda quadra ogni secondo, ma viene semplicemente rappresentata come tale sul grafico). Questo significa che non si possono fare "animazioni realistiche" dei circuiti osservati, a meno che non si predispongano ritardi artificiali (Time Delay, come già visto negli esempi dei circuiti digitali sequenziali).

Questo va tenuto presente se si procede ad una simulazione del funzionamento di un impianto, ed è appunto quello che vedremo in quest'ultima parte del corso.

Date le limitazioni nella configurazione simulabile, dobbiamo ricorrere ad un esempio semplice, anche se significativo: il controllo di un serbatoio, in cui si deve verificare l'adeguatezza dell'intervento di una pompa di alimentazione, dati certi "profili" di prelievi giornalieri.

Cominciamo col programmare un generatore di tensione che simuli l'andamento della portata prelevata: selezioniamo quindi un generatore V1, ed in modalità PWL scriviamo una sequenza di coppie di valori (ad es. 0 0,5 2,10 10,12 9.5,16 5,19 7,20 2,24 0) che descrivono l'andamento giornaliero del prelievo (la scala dei tempi di 24 s, corrisponde alle 24 h).

Uno strumento (Meter1) indica la portata istantanea di questo prelievo, mentre lo Switch4 inserisce l'effetto di una pompa che, se in moto, adduce una portata fissa al serbatoio (valore rappresentato da V4). Un amplificatore operazionale (X1, tipo 741) "somma" i due valori, dando quindi in uscita il bilancio dell'effettivo prelievo dal serbatoio. Il risultato di questo è illustrato dalla figura seguente

Stiamo parlando di portate, quindi i Volt della simulazione rappresentano unità di portata (ad es. litri al minuto) ma, volendo conoscere lo stato del serbatoio, dobbiamo ricavare il livello di questo che sarà variabile istante per istante in funzione appunto della portata che abbiamo ora visto.

Supponendo, per semplicità, che il serbatoio abbia una forma regolare (ad area costante), il livello varia in base all'integrale della portata stessa.

Disponendo di amplificatori operazionali l'integrazione non è certo un problema e possiamo realizzarlo come nella figura seguente

L'amplificatore X1, reazionato dal condensatore C1 (R10 è solo una stabilizzazione dell'uscita), rappresenta questo integratore della somma dei due segnali 5 e 6 (rispettivamente V15, generatore dell'andamento della portata uscente, e V14 che simula la portata in entrata della pompa).

L'uscita 3 dall'integratore rappresenta perciò la variazione di livello dovuta alla somma delle portate in ingresso ed in uscita, che deve essere sommata al valore del livello iniziale (dato da V13).

Assumendo il livello variabile da 0 a 10, si può ad es. porre questo al valore 5, ricavando all'uscita 7 di X2 il livello effettivo, variabile nelle 24 ore.

Lo strumento (Meter10) è il tipo già visto, ma predisposto per l'indicazione digitale del livello.

Per la simulazione ha però maggior significato il grafico (che simula l'andamento giornaliero come il precedente, indicando però questa volta l'andamento del livello).

Come si può vedere, la pompa è qui dimensionata per l'80% del prelievo massimo, ma un suo regolare funzionamento dalle 5 alle 20 garantirebbe un rifornimento adeguato ai consumi.

L'osservazione del grafico suggerisce tuttavia un automatismo di controllo molto semplice basato sul livello: l'inserimento della pompa quando questo scende sotto 4 e l'arresto quando questo supera 9. Tale controllo potrebbe essere realizzato con comparatori (quindi con altri amplificatori operazionali), ma vogliamo qui utilizzare tecniche digitali per dimostrare l'uso in MicroCap di convertitori A/D.

Il componente U1 (**Component/Digital Primitives/AtoD Converters/AtoD4**) è un convertitore di questo tipo con solo 4 bit di uscita, che quindi può convertire il segnale analogico in ingresso (V3) in 16 possibili "livelli". Per semplicità poniamo a 16V il riferimento (V2), in modo che ogni unità binaria corrisponda ad un'unità di livello (nel nostro caso si è sempre inferiori a 10, quindi possiamo utilizzare un convertitore di codice BCD (X1) per visualizzarlo su un display ad una sola cifra decimale).

Quello che però è importante è la possibilità di utilizzare i livelli "numerici" per comandare l'inserzione o l'arresto della pompa: qui la cosa è realizzata in modo elementare con i componenti U6 ed U12 che controllano il Set-Reset Filp-Flop (U6). Il risultato è che al disotto del livello 4 si attiva il relè, mentre oltre il livello 9 si disattiva, e potremmo perciò comandare con questo la pompa di alimentazione del serbatoio.

L'attivazione dell'analisi temporale, produce infatti questo diagramma:

La linea rossa è l'andamento variabile del livello (V3, supposto in questo caso triangolare), quella verde è il clock del convertitore A/D, quelle gialle sono le uscite dal convertitore (codice 1-2-4-8, dal basso) e la bianca l'uscita del FF (comando pompa)

Ora che abbiamo visto in dettaglio le varie parti del "sistema serbatoio", possiamo riunire il tutto per far funzionare in automatico questo sistema.

Riassumendo quindi, X1 è l'integratore della somma fra il prelievo (V15) e la portata della pompa (V19), mentre X2 somma a questo il valore di livello iniziale (V13) per ottenere in uscita il livello effettivo del serbatoio (il diodo D2 assicura che questo non possa diventare negativo).

Nella parte inferiore della figura vi è il controllo della pompa, in funzione del livello.

Come già visto, questo valore viene convertito in digitale (solo 4 bit, per mantenere semplice lo schema), con ritmo di scansione stabilito da U5 (qui 5Hz).

Lo stato di questi bit serve a pilotare un Flip-Flop (U6) che dovrebbe comandare con la sua uscita Q la pompa. Nella simulazione si è trovato più comodo mettere un relè sull'uscita negata (QB) che, quando è diseccitato, manda al sommatore la portata della pompa (V19).

Il risultato della simulazione (Analysis/Transient) riportato in figura, mostra l'effetto di questa regolazione sull'inserzione e lo stacco della pompa (il grafico è stato mantenuto simile ai precedenti per mostrare la differenza nel controllo): la pompa interviene un po' troppo presto (quando il prelievo è ancora basso), quindi riempie rapidamente il serbatoio e poi si stacca proprio quando il prelievo sta salendo: questo rischia di vuotare il serbatoio prima che l'effetto della pompa ristabilisca l'equilibrio.

Come si vede, l'esempio non vuole essere una dimostrazione dell'efficienza del controllo (qui evidentemente troppo grossolano), quanto una dimostrazione delle possibilità di indagine offerte dall'uso di MicroCap.

## CONCLUSIONE

Ribadendo ancora una volta che quanto trattato in tutto il corso è solo una parte delle possibilità applicative di questo programma, si invita ad approfondire i vantaggi della simulazione nello studio e nella progettazione dei circuiti e degli impianti: già il solo approccio alla simulazione costringe ad un'analisi più rigorosa del problema in esame, ma soprattutto le "risposte" che si ottengono dal modello permettono di comprendere meglio le relazioni e le influenze dei vari parametri.

### Proposta

La proposta finale è quindi quella di riportare come appendici di questo corso i vari casi concreti di applicazione che verranno proposti dagli utenti del [Forum](#), augurandoci che questo serva da stimolo ad una maggior diffusione della pratica della simulazione.