

# Pràctica 4. Sistemes Digitals

## Sistemes seqüencials.

Pere Palà

Novembre de 2010

En aquesta pràctica experimentarem amb alguns circuits seqüencials: Comptadors i registres de desplaçament.

*ATENCIÓ:* Recordeu que els paràgrafs com aquest indiquen treball que heu de fer com a estudi previ, de forma individual. Recordeu també que per poder accedir al laboratori i realitzar la pràctica és imprescindible que porteu aquest estudi previ, a banda del vostre material de laboratori. En aquesta pràctica caldrà que porteu els vostres cables BNC-banana i/o BNC-BNC! Com sempre, al laboratori us donarem els components necessaris i també tindreu a la vostra disposició cable rígid.

## 1 Comptador BCD asíncron

Volem fer un comptador BCD d'una xifra (binary coded decimal, és a dir, que compta de 0 a 9) amb flip-flops  $D$  del tipus 74HCT74. L'aplicació no és crítica i, per tant, podem emprar una estructura de clock asíncrona, com les primeres que hem vist a classe.

*Previ 1.* Dissenyeu un comptador BCD asíncron fent servir quatre flip-flops de tipus  $D$  com els que incorpora el circuit integrat 74HCT74 (és a dir, fent servir dos circuits integrats) i portes lògiques de dues entrades. Feu un cronograma del circuit suposant que els retards són despreciables davant el període de clock i un altre mostrant què passa quan els retards són importants però sense arribar a invalidar la funció del circuit.

*Tasca 1.* Construïu al laboratori aquest comptador. Verifiqueu el seu funcionament posant LEDs a les sortides  $Q$ . Realitzeu el senyal de clock amb un polsador amb una resistència de pull-down, de forma que la polsació generi un flanc de pujada. Observeu que, de tant en tant, el comptador avança més d'una posició. Això és degut als rebots que es produeixen en tancar i obrir els contactes del polsador.

*Tasca 2.* Ajusteu el generador de funcions per generar un senyal amb un període de 1 Hz. Fent servir un cable BNC-banana connectat a la sortida TTL, feu arribar aquest senyal a la vostra placa i comproveu el funcionament del circuit.

## 2 Comunicació sèrie amb registres de desplaçament

Un registre de desplaçament desplaça el valor de les seves sortides a cada flanc de rellotge. El 74HCT166 ([http://www.nxp.com/documents/data\\_sheet/74HC\\_HCT166.pdf](http://www.nxp.com/documents/data_sheet/74HC_HCT166.pdf)) és un registre de desplaçament de càrrega *síncrona* en paral·lel i sortida sèrie. Això significa que les dades presents a les entrades  $D_0...D_7$  poden ser carregades a les sortides dels flip-flops  $Q_0...Q_7$  (en els flancs de pujada del rellotge, per això és *síncron*) però sols hi ha la sortida  $Q_7$  accessible.

*Previ 2.* A partir del datasheet del 74HCT166, descriuiu amb detall quina combinació de senyals cal tenir (pot ser útil fer-ho amb un cronograma) per aconseguir fer la càrrega de dades en paral·lel, és a dir que  $D_k$  aparegui a  $Q_k$ .

Una vegada les dades estan carregades a  $Q_0...Q_7$ , aquestes es van desplaçant a cada clock, de forma que  $Q_7$  pren el valor que tenia  $Q_6$  i així successivament. Alhora, a cada clock,  $Q_0$  pren el valor de  $D_S$ , que es pot deixar fixe a 0. Per tant,  $Q_7$  va assolint, successivament els valors posats inicialment a  $D_0...D_7$  i, passats 7 clocks va treient una seqüència de zeros (perquè estem posant  $D_S=0$ ).

*Previ 3.* Al laboratori voldrem tenir la capacitat de carregar el 74HCT166 (per exemple, pitjant un polsador) i voldrem desplaçar el seu contingut generant el clock amb un segon polsador. Feu un esquema detallat de com cal cablejar totes les entrades del 74HCT166 per aconseguir aquest objectiu. Tingueu en compte els possibles pull-ups o pull-downs que poden ser necessaris als polsadors.

El 74HCT164 ([http://www.nxp.com/documents/data\\_sheet/74HC\\_HCT164.pdf](http://www.nxp.com/documents/data_sheet/74HC_HCT164.pdf)) és un registre de desplaçament de càrrega sèrie i sortida paral·lel: Les dades entren per una (realment dues, mireu el datasheet) entrades i es desplacen a cada clock.

*Previ 4.* Al laboratori connectarem la sortida del 74HCT166 amb l'entrada del 74HCT164 i unirem els clocks d'ambdós integrats. Al cap d'un cert nombre de clocks, esperem tenir, a les sortides del 74HCT164, el que hi havia a les entrades del 74HCT166. Així haurem transmès 8 bits amb una única línia de dades més un senyal de clock, en el que es coneix amb el nom de *comunicació sèrie*.

Dibuixeu un esquema detallat de com cal cablejar totes les entrades del 74HCT164 per aconseguir aquest objectiu.

*Tasca 3.* Construïu el sistema transmissor i receptor. Poseu LEDs a les sortides del 74HCT164 i comproveu el funcionament del vostre sistema de comunicació sèrie.

### 3 Comptador síncron 74HCT163

Considereu el comptador síncron 74HCT163, el datasheet del qual podeu trobar a [http://www.nxp.com/documents/data\\_sheet/74HC\\_HCT163.pdf](http://www.nxp.com/documents/data_sheet/74HC_HCT163.pdf)

*Previ 5.* Escolliu dos enters arbitraris, (això vol dir que cadascú pot triar els que vulgui i no cal que siguin com els del company/a)  $N$  i  $M$ , amb  $0 < N < M < 15$  i  $M - N > 3$ . Fent servir el circuit integrat 74HCT163 més les portes de dues entrades que siguin necessàries, dissenyeu un circuit que compti entre  $N$  i  $M$ .

*Tasca 4.* Comproveu experimentalment el vostre disseny previ.