

**Instrumentació Electrònica****Pràctica 5****VELOCÍMETRE****1. OBJECTIU**

En aquesta pràctica es montarà un sistema per a mesurar la velocitat mitja d'un mòbil. Per fer això s'utilitzaran dos sensors de pas separats per una distància coneguda  $S$  i es mesurarà el temps  $t$  que triga el mòbil en recórrer-la. Llavors la velocitat  $V_m$  mitja es pot calcular a partir de l'expressió

$$V_m = \frac{S}{t}$$

En comptes d'utilitzar un mòdul aritmètic que ens faci l'operació de dividir s'optarà per una memòria EPROM que, fixada una distància  $S$ , contingui els valors precalculats de les velocitats per a diferents valors del temps  $t$ .

Per a realitzar el cronòmetre que ens mesuri el temps  $t$  s'utilitza un comptador el rellotge del qual està controlat per un senyal CLK de freqüència ajustable al valor que es precisi.

**2. MONTATGE PROPOSAT**

Els detectors de pas utilitzats a la pràctica són uns dispositius optoelectrònics consistents en un diode fotoemisor i un transistor fotoreceptor acoblats mecànicament en un mateix encapsulat. La Figura 1 en presenta l'esquema. Amb aquests dispositius es pot obtenir una resposta digital del tipus '1', si un objecte opac s'interposa entre l'emissor i el receptor, o bé '0' si la radiació emesa arriba lliurement al detector. Per tenir aquesta funcionalitat s'han de connectar dues resistències  $R_E$  i  $R_D$  tal com es mostra a la Figura 2. Així, depenent de si la llum arriba a no al fototransistor aquest es troba en saturació o tall respectivament, i a la sortida **Out** es tindrà un '0' o un '1' lògics.

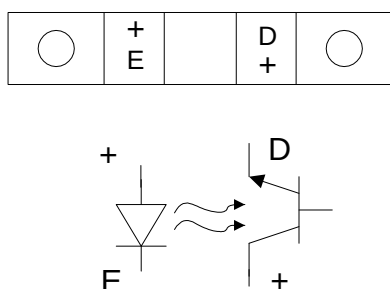


Figura 1. Vista superior del detector de pas i esquema elèctric equivalent.

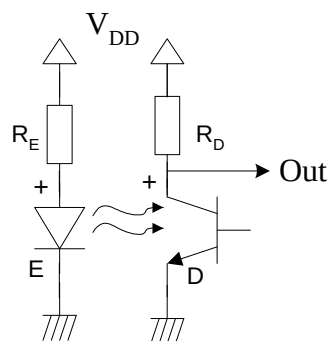


Figura 2. Connexionat per obtenir una sortida digital del detector de pas.

El senyal que s'obté a la sortida **Out** d'un detector de pas, si bé presenta els valors estàtics digitals adequats, no es pot dir el mateix de la seva resposta dinàmica. Així els temps de

pujada i baixada de **Out** és variis ordres de magnitud més gran que els corresponents a les portes lògiques MSI típiques, a causa de la velocitat de resposta del fototransistor i sobretot a la velocitat relativament baixa en què s'interromp la radiació que emet el diode i rep el transistor. Per tal de fer més abruptes les transicions entre valors lògics de la sortida **Out** s'utilitza un circuit Schmitt-trigger. Aquest és bàsicament un comparador amb histèresi d'alta velocitat de resposta. La histèresi resulta útil per evitar canvis de la sortida lògica causats per petites fluctuacions o renous a l'entrada al voltant de la tensió de comparació. La Figura 3 il·lustra la utilització de l'integrat 74HCT14, que conté 6 inversors Schmitt-trigger per a generar les sortides digitals dels dos comptadors de pas. S'utilitzen dos Schmitt-trigger per a cada detector per tal d'optimitzar el seu efecte a més de preservar la lògica amb la doble inversió.

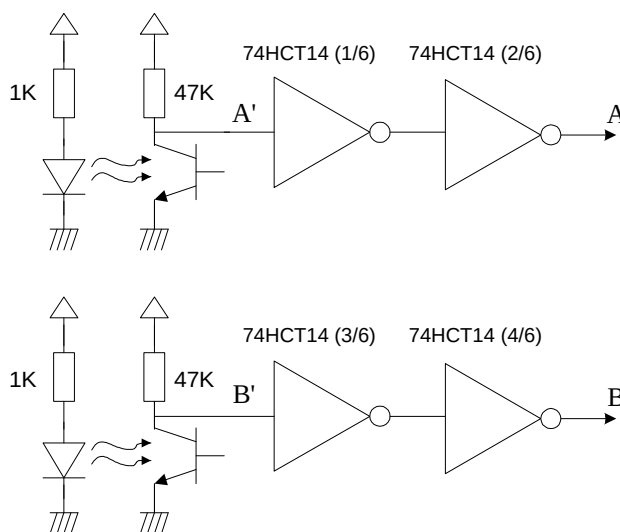


Figura 3. Utilització de circuits Schmitt-trigger per a condicionar el senyal generat pels detectors de pas.

La Figura 6 mostra l'esquema del circuit velocímetre. Les entrades al circuit són: els senyals A i B que vénen dels detectors de pas, un senyal de RESET i un rellotge CLK (senyal quadrat entre 0 V i 5V) de freqüència  $f = 10$  Hz. El RESET s'utilitzarà per a inicialitzar el circuit després de cada mesura de velocitat. Aquest senyal s'accionarà amb un polsador com es mostra al requadre de la dreta de la Figura 6. El rellotge CLK s'obtindrà amb el generador de funcions. La sortida del circuit indica la velocitat en km/h del mòbil i es presenta en un *display* de dos dígit.

La memòria EPROM la tendrem prèviament gravada amb la informació necessària per a obtenir la velocitat en km/h, fent la suposició que la distància que separa els dos detectors de pas  $S$  fos de 10 m. Es fa aquest escalat de la distància  $S$  per tal d'obtenir valors que es puguin representar amb dos dígit per el rang de valors del temps  $t$  raonables si simulam el mòbil fent passar amb els dits un objecte entre els dos detectors de pas.

### 3. REALITZACIÓ DE LA PRÀCTICA

(a) Analitzau el funcionament del circuit velocímetre esquematitzat a les Figures 3 i 6. Dibuixau un cronograma si considereau que pot ajudar a entendre el funcionament del circuit. Notau que, com ja s'ha comentat prèviament, la memòria EPROM únicament realitza la funció de passar del temps  $t$  entre els polsos A i B al resultat de velocitat en km/h, fent la suposició que els detectors estan separats una distància  $S = 10$  m.

(b) Connectau els dos detectors de pas juntament amb les resistències corresponents (Figures 3 i 4). Procurau que els detectors quedin separats uns 10 cm i que les resistències no dificultin el pas d'un objecte (per exemple, una moneda) per la seva ranura. Connectau les sortides als Schmitt-trigger de la pastilla 74HCT14 i utilitzau l'oscil·loscopi per veure la forma dels senyals A' i A (sortida del detector de pas i dels dos Schmitt-trigger en cascada, respectivament). Haureu d'utilitzar el *trigger* amb mode dispar únic (ho podreu activar en el menú de *trigger* o dispar) per tal de capturar aquests senyals, ja que al no ésser senyals periòdics el mode de *auto-trigger* no funcionaria. Caldrà que el canal que dispari el trigger sigui el que connectau al senyal A, no al A'.

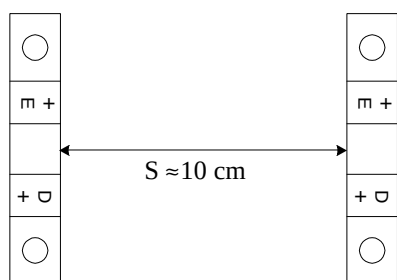


Figura 4. Els dos detectors de pas s'han de col·locar separats per una distància  $S \approx 10\text{cm}$ .

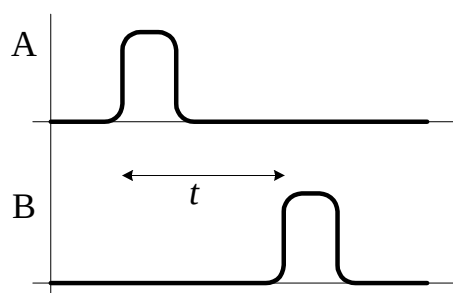
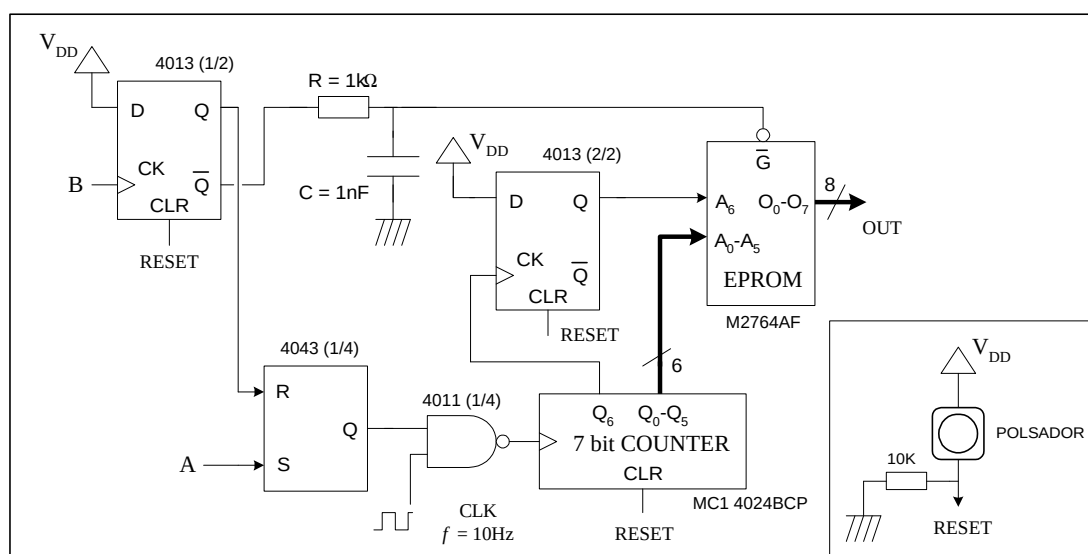


Figura 5. Els detectors de pas generen cada un d'ells un pols quan un objecte els travessa. els polsos estan separats un temps  $t$ .



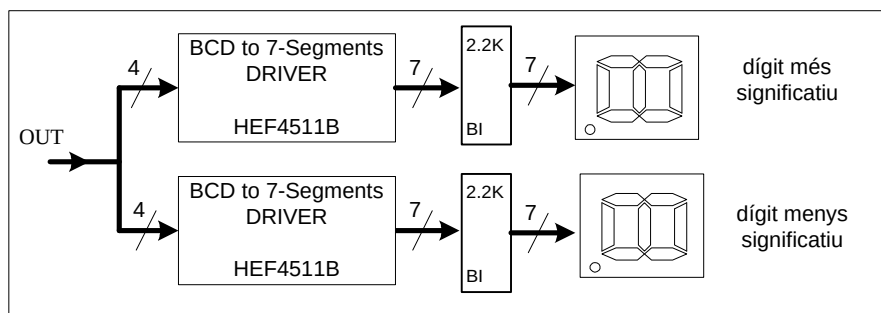


Figura 6. Esquema del circuit velocímetre. Els *displays* 7-segments presenten la velocitat en km/h.

(c) Montau la resta del circuit tal i com es mostra a la Figura 6. Utilitzau per això els fulls de dades (*datasheets*) dels integrats que s'adjunten amb el guió. Heu de fer esment en els següents aspectes:

- **No deixeu cap entrada d'un integrat sense connectar.** Així, per exemple, si un integrat té una entrada de reset que no volem emprar, l'hem de connectar a zero, i no pressuposar el valor d'entrada per defecte.
- Si trobau que l'esquema de la Figura 6 es poc detallat, feis-ne un altre a on hi figurin explícitament totes les interconnexions. Això us pot resultar especialment útil en l'interconnexionat de la memòria, els drivers HEF4511B, el chip amb les 8 resistències de 2.2K i i els 7-segments.
- Revisau les alimentacions i terres de cada integrat una vegada realitzat el muntatge.

(d) Una vegada montat el circuit ja podem fer anar el velocímetre. Utilitzant una moneda com a mòbil i un rellotge com a cronòmetre, feis passar aquesta per les ranures dels dos detectors i mesureu el temps que tardau en fer-ho. Feis els càlculs pertinents per veure si el resultat indicat en els displays són o no correctes. Repetiu el procés decrementant el temps entre el pas pels dos detectors, des de fer passar la moneda el més aviat que pogueu fins que arribeu a un *overflow* del valor de la velocitat per 'velocitat massa baixa'. Com està codificada a la memòria l'*overflow*?. Heu d'utilitzar el *reset* cada vegada que voleu tornar fer una nova mesura de velocitat.

(e) A la vista dels resultats i de l'anàlisi del funcionament fet a l'apartat (a), deduiu el contingut de la memòria EPROM des de la posició 0 a la 63. Quin podria ser el seu contingut des de la posició 64 a la 127?