

# Pràctica 4

## Circuits amb transistors

### 1. INTRODUCCIÓ

El transistors es poden fer servir per moltes i diferents aplicacions, com circuits lògics, amplificadors de senyals, interruptors, etc. En aquesta pràctica implementarem alguna de les seves aplicacions.

Una d'aquestes aplicacions consisteix en poder controlar la càrrega sobre una dispositiu. S'ha de tenir en compte que normalment les plaques d'adquisició (com també altres dispositius) tenen un límit baix pel corrent que poden subministrar als seus pins. Per tant, si es necessita subministrar més d'aquest corrent límit, hem de fer un circuit d'interfase entre la placa, el dispositiu i la font de corrent/tensió que l'ha de proporcionar. En aquestes aplicacions, el transistor sol actuar com un interruptor.

### 2. OBJECTIUS

Els objectius d'aquesta pràctica són específicament:

- Entendre a la pràctica algunes de les aplicacions dels transistors.
- Fer ús de fonts DC i/o AC així com multímetre i oscil·loscopi de forma autònoma.
- Continuar amb l'ús del software Energia i el control de mesures.

### 3. TREBALL PREVI

El que s'espera que s'hagi fet abans d'arribar al laboratori és:

- Conèixer bé el tema corresponent a la pràctica.
- Haver fet els programes necessaris per aquesta pràctica amb Energia pels diferents apartats.

## 4. REALITZACIÓ PRÀCTICA.

### A. Altaveu amb control per transistor i controlat per pulsador

En aquesta part utilitzarem un transistor NMOS [1] per tal de generar sons amb un altaveu. L'altaveu necessita una diferència de tensió quadrada modulada a la freqüència del so que volem generar, però també prou corrent (per dalt de la necessària per generar sons). En lloc d'utilitzar una sortida digital directament aplicada a l'altaveu, utilitzarem un transistor treballant com un interruptor en sèrie amb l'altaveu, i aplicarem la sortida digital de la placa a la porta del transistor. Per obtenir aquest corrent suficientment gran, utilitzarem la tensió de 5V de la placa que permet generar alts corrents aplicada a l'altre terminal de l'altaveu. El díode i la capacitat només serveixen de protecció pel transistor (i no formaran part de l'estudi de la pràctica).

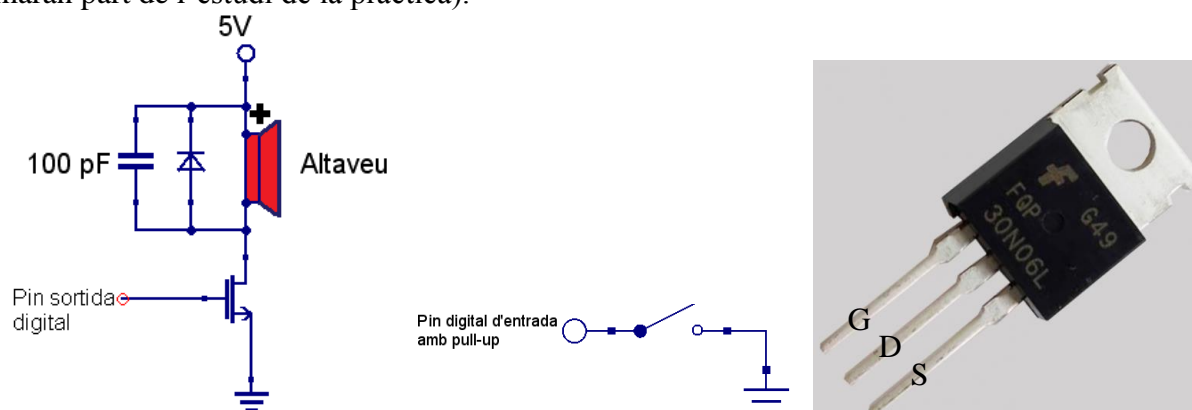


Figura 1. (Esquerra i centre) Circuits a implementar al protoboard per la part A. (Dreta) Imatge del transistor NMOS.

- 1) Munteu el(s) circuit(s) de la figura 1 i feu el que s'indica en els següents apartats. Pel díode, farem servir un de tipus Schottky. Consulteu a l'apartat 'Notes' el significat de 'Pull-up'.
- 2) Mitjançant el generador de funcions, apliqueu un senyal quadrat a la porta ('G') del transistor amb nivells 0V i 3V, a una freqüència de 500 Hz.
- 3) Amb l'oscil·loscopi, mostreu el senyal generat a la porta i el generat al drenador ('D'). Comproveu què passa quan canvieu la freqüència. A més a més comproveu si hi ha alguna mena de relació entre l'ample del senyal ('*duty cycle*') i el volum del so generat mantenint la freqüència. Mesureu la freqüència i l'amplitud dels senyals en ambdós casos (preneu dos valors de freqüències i dos valors de '*duty cycle*' indicats al full Excel).
- 4) Aplicació a Energia: Farem sonar tota una partitura, però cada nota només sonarà després d'haver pulsat un pulsador. Farem servir la funció `tone()`, explicada a l'apartat de 'Notes' a la següent pàgina (també podeu consultar-ho a la web d'Energia). Comproveu amb l'oscil·loscopi el senyal proporcionat a la porta del transistor.

Indicacions: Utilitzeu el fitxer de codi proporcionat ('`codi_P4.ino`') que ja té un vector amb les notes i un altre amb les seves duracions (les podeu canviar per unes altres, si voleu), i el fitxer '`llistat_notes.h`' que conté les freqüències per cada nota de l'escala musical.

Aviseu el professor quan tot estigui funcionant.

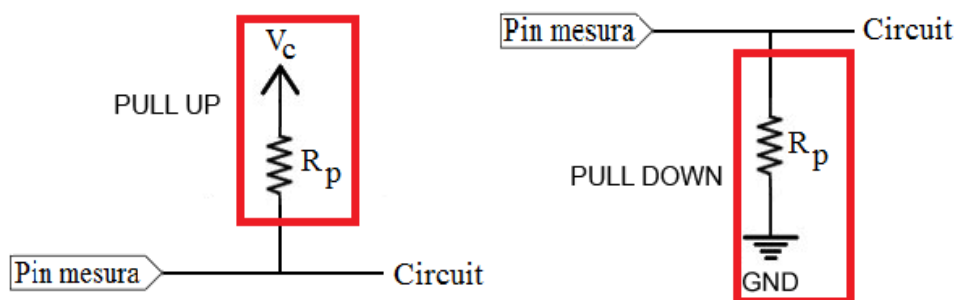
NOTA: Quan proveu el programa, si no us funciona, desconnecteu el terminal de 5V del circuit. Torneu-lo a connectar quan aneu a provar el programa un altre cop.

Pugeu en un fitxer comprimit abans de finalitzar la pràctica:

- El fitxer Excel amb tots els resultats demanats (Indiqueu clarament què és cada resultat). Si creieu que algun resultat no és correcte afegiu un petit comentari al costat del resultat.
- Tots els programes que s'hagin fet servir (si s'escau).
- Una imatge del muntatge realitzat.

## NOTES/APUNTS

- Un altaveu es comporta elèctricament com una bobina (tot i que també consisteix a una resistència (petita) i una font de tensió (força electromotriu)). En bobines, quan hi ha un canvi ràpid de corrent (com els provocats per les commutacions ràpides del transistor) es poden generar pics alts de corrent “inversos” que poden malmetre altres components del circuit (com el transistor). Per evitar-ho, s'utilitza un díode en paral·lel amb la bobina de tal forma que en condicions normals es troba en inversa, mentre que quan es poden produir aquests pics, es posaria en directa i els “dissipa”. Aquest díode amb aquesta finalitat s'anomena de ‘flywheel’. Aquest díode ha de ser de resposta ràpida, per tant farem servir un díode de tipus Schottky (que té una tensió llindar molt baixa i una resposta molt ràpida). El condensador en paral·lel permet que la variació de la tensió amb el temps sigui més lenta i així evitar sobrepics.
- Els 5V de la placa s'obtenen de la connexió USB i permeten proporcionar corrents de fins a ~500mA. En contraposició, les sortides digitals de la placa estan limitades a ~30mA.
- La funció *tone(pin,freq,duració)* dóna un senyal quadrat al pin indicat amb la freqüència i duració indicades. Quan s'executa, el programa continua la seva execució (a la vegada que va generant el senyal). Per tant, normalment també s'ha de fer servir la funció *delay(time)* després d'haver executat *tone* si no volem interrompre la seva execució. En principi, *noTone(pin)* només s'ha de fer servir si no s'indica la duració a la funció *tone()*. No tots els pins de I/O digitals poden generar aquests senyals “automàticament”; només aquells que indiquen ‘PWM out’ a l'esquema dels pins de la placa.  
Després de fer sonar una nota, podeu deixar un temps de silenci de 0.1 vegades la seva duració (sense que soni res) per tal que l'execució de la melodia no resulti “estranya”.
- Pull-up / Pull-down: Quan mesurem una tensió amb una placa d'adquisició, pot passar que no s'hagi fixat la tensió externament connectant-la a un circuit, o posant expressament una tensió amb una font. En aquests casos, la tensió no estarà determinada i pot oscil·lar aleatòriament degut a soroll. En aquest cas, quan es fa una mesura no s'està realment mesurant una tensió definida. Per evitar això, s'utilitza un circuit de ‘pull-up’ (o un de ‘pull-down’) per tal de fixar la tensió que es mesura quan prèviament no s'ha fixat externament. Amb un ‘pull-up’ es fixa a una tensió  $V_c$ , mentre que amb un ‘pull-down’ es fixa a 0V (GND).



## REFERÈNCIES

- [1] Full de característiques del transistor NMOS FQP30N06L:  
<http://www.mouser.com/ds/2/149/FQP30N06L-112819.pdf>.