

## 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 un 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 d'Arduino, el seu IDE 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 Arduino pels diferents apartats.

#### 4. REALITZACIÓ PRÀCTICA: Altaveu amb control per transistor i polsador

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 una altra vegada.

En aquesta part utilitzarem un transistor NMOS [1] per tal de generar sons amb un altaveu. L'altaveu necessita una diferència de tensió quadrada amb la mateixa freqüència del so que volem generar, però també que pugui circular prou corrent (el que necessiti per generar sons amb prou volum). 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 serà part d'estudi de la pràctica).

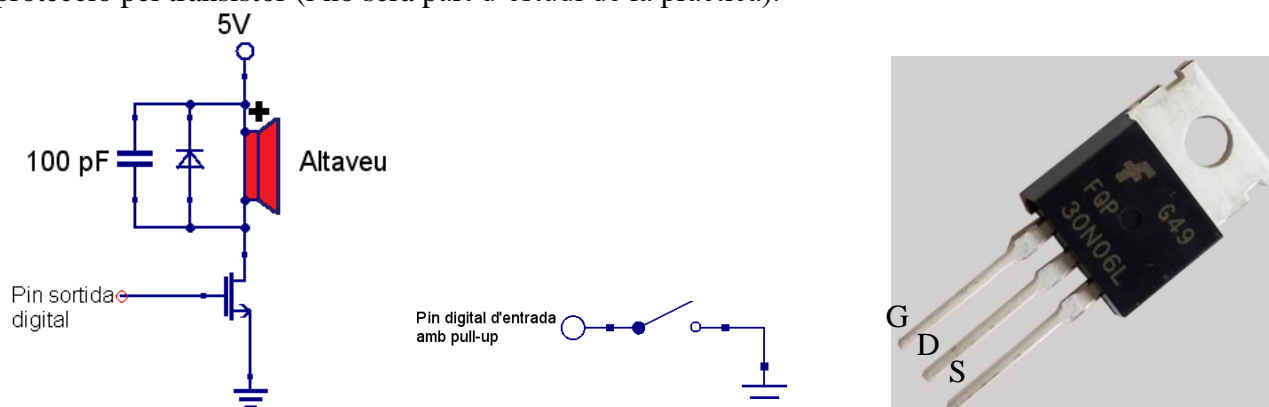


Figura 1. (Esquerra i centre) Circuits a implementar al protoboard per la part A. (Dreta) Imatge del transistor NMOS.

- 1) Munteu el(s) circuit(s) de la figura 1 i feu el que s'indica en els següents apartats. Com a díode, farem servir un anomenat Schottky. Consulteu a l'apartat 'Notes' el significat de 'Pull-up'.
- 2) Apliqueu un senyal quadrat a la porta del transistor amb nivells 0V i 5V i amb freqüència de 500 Hz amb el generador de funcions. Mesura la tensió al drenador amb el multímetre ( $V_{DM}$ ) i indiqueu si és amplitud o valor rms.
- 3) Amb l'oscil·loscopi, mostreu el senyal generat a la porta i el generat al drenador. Comproveu què succeeix quan canvieu la freqüència. Mesureu la freqüència i l'amplitud del senyal al drenador (per dos valors de freqüències). Comproveu també si hi ha alguna relació entre l'ample del senyal ('duty cycle') i el volum del so generat mantenint la freqüència. Mesureu també la freqüència i l'amplitud del senyal al drenador (per dos valors de 'duty cycle').
- 4) Aplicació amb Arduino: Farem una mena de joc "llum vermella/llum verda". Farem sonar les notes que hi ha a un vector, cadascuna amb un temps indicat també a un altre vector. El jugador haurà de pitjar el polsador una vegada ha començat el so, però s'ha de treure quan ha acabat, donant un marge de temps per despolsar-ho. Donarem també un temps aleatori abans de tornar a sonar la següent nota. Quan s'hagin acabat les notes, comprovarem si el jugador ha estat polsant en total durant més d'un cert temps. En aquest cas, haurà guanyat. No sumarem temps si es passa del temps polsant. Farem servir la funció `tone()`, explicada a l'apartat de 'Notes' a la següent pàgina (també podeu consultar-ho a la web d'Arduino).

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, i el fitxer '`llistat_notes.h`' que conté les freqüències per cada nota de l'escala musical.

Aviseu a un dels professors quan estigui tot funcionant.

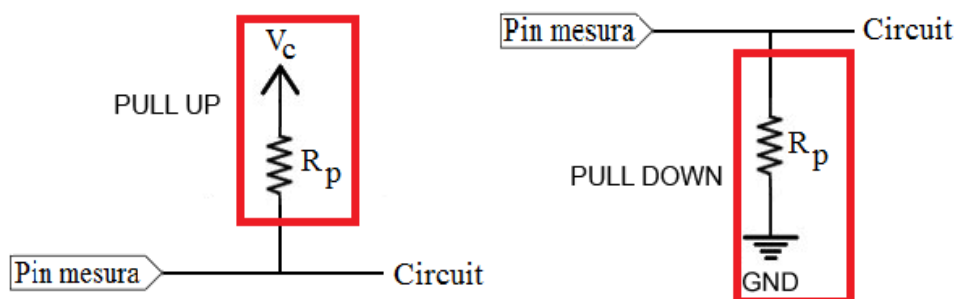
Pugeu en un fitxer comprimit abans de finalitzar la pràctica:

- 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, amb la qual cosa utilitzarem un díode anomenat Schottky (tenen tensió llindar molt baixa i és molt ràpid de resposta). El condensador en paral·lel permet que la variació de la tensió amb el temps sigui més lenta i així evitem sobrepics.
- Els 5V de la placa s'obté de la connexió USB i permet proporcionar corrents de fins a ~500mA. En contraposició, les sortides digitals de la placa tenen una limitació de fins a ~30mA.
- La funció *tone(pin,freq,duració)* dona 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 fer res durant la seva generació. 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*) als pins de la placa.
- Pull-up / Pull-down: Quan mesurem una tensió amb una placa d'adquisició, pot succeir que no hàgim fixat la tensió externament connectant-lo 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 fem una mesura no estem realment mesurant una tensió definida i pot variar amb el temps. 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 no s'ha fixat la tensió 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>.