
This is the **published version** of the bachelor thesis:

Mezquita Meseguer, Marc; Soler Ruíz, Vicenç, dir. Creació d'alarma amb Arduino. 2021. (958 Enginyeria Informàtica)

This version is available at <https://ddd.uab.cat/record/257829>

under the terms of the  license

Creació d'alarma amb Arduino

Marc Mezquita Meseguer

Resum—En aquest projecte s'exposa el desenvolupament d'una alarma de detecció d'intrusos realitzada amb un Arduino NANO, conjuntament amb sensors de presència i vibració per detectar l'intent de forçada de la porta. Per tal d'avisar al propietari, s'ha implementat un mòdul GSM amb l'objectiu de fer l'avis amb un missatge SMS. Aquesta alarma es pot activar i desactivar des d'una aplicació Android mitjançant la connexió Bluetooth establerta amb un mòdul Bluetooth implementat a l'Arduino NANO. La tria dels diferents dispositius electrònics que componen el projecte s'ha fet amb el propòsit de reduir el consum elèctric del projecte per tal d'augmentar la seva autonomia. L'aplicació d'aquest projecte ofereix un sistema de detecció d'intrusos de baix cost, sense la necessitat de disposar de cap central d'alarma. Per acabar, s'estudien maneres de reduir el consum del mòdul GSM i l'Arduino NANO amb diferents configuracions i llibreries, i els tipus de bateries que es poden implementar com a alimentació externa de l'alarma.

Paraules clau—Microcontrolador, Arduino, alarma, detecció d'intrusos, GSM, Bluetooth, entrada i sortida E/S, reduir consum elèctric, inalàmbric.

Abstract—This projects shows the develop of an intrusion alarm based on an Arduino NANO. The purpose amb the presence sensor and vibration sensor is to detect and intruder trying to break into the door. The GSM module aims to warn the owner of the alarm by sending a SMS message. This alarm can be switched off and on with an Android application, wich comunitates with the Arduino NANO. The comunicacion is carried by a Bluetooth module implemented in the Arduino and an Android dispositive. The components chosen to develop this project have been selected to reduce the power consumption of the intrusion alarm, with the purpose of keeping the alarm working during large durations. This alarm can be installed with a lack of a central alarm, as the Arduino works as a microcontroller to manage the comunications. This document also contains a study of the types of bateries that can power the intrusion alarm, and a research of reducing the power consumption of the GSM module and the Arduino NANO made by the use of libraries and manual configurations.

Index Terms—Microcontroller, Arduino, alarm, intrusion detection, GSM, Bluetooth, input output I/O, reduce the power consumption, wireless.



1 INTRODUCCIÓ - CONTEXT DEL TREBALL

Una alarma de detecció d'intrusos té com a objectiu detectar intrusos dins del seu radi d'acció i alertar de la seva presència. Es tracta d'un element passiu, és a dir, alerta mitjançant algun dels seus actuadors però no impedeix el delictes de violació de domicili[1]. Les alarmes de detecció proporcionen una seguretat a l'usuari que va més enllà de la confiança de saber que la seva casa no ha estat forçada il·legalment, sinó que també són capaces de dissuadir als individus de manera que es realitzin menys actes vandàlics. Els tipus d'alarmes de detecció d'intrusos poden variar segons els seus receptors i actuadors, el rang de detecció, el seu consum... En aquest projecte s'implementarà una alarma de detecció basada en el microcontrolador Arduino[2] amb un sensor de presència, un sensor de vibració, un mòdul Bluetooth per a l'enllaç amb una aplicació Android, i un mòdul GSM¹ per

a l'enviament de missatges SMS. La finalitat de tots els components anomenats es basa en una alarma de detecció de vibracions i presència situada a la part superior de la porta del domicili. Es detectarà la vibració d'una eina que intenta forçar la porta, la presència d'un individu al davant d'aquesta i s'actuarà mitjançant un SMS al terminal o terminals introduïts. Amb l'aplicació Android es podrà gestionar l'alarma i desactivar-la.

Es va escollir el microcontrolador Arduino degut als seus avantatges front als seus competidors. Arduino és una plataforma d'electrònica amb una filosofia orientada completament al software lliure i el codi obert. També permet crear projectes amb l'objectiu de comercialitzar-los.

En aquest document s'explicaran els objectius, tant principals com específics, que han marcat el desenvolupament del projecte. També es veurà la metodologia seguida, l'entorn de treball i els components que s'han estudiat i utilitzat. Els següents apartats detallen el funcionament i la implementació de cadascun dels mòduls escollits, així com les seves configuracions. Tot seguit, es comentarà la connexió del mòdul Bluetooth amb una aplicació An-

- E-mail de contacte: 1455119@uab.cat
- Menció realitzada: Enginyeria de Computadors
- Treball tutoritzat per: Vicenç Soler Ruiz (Departament de Microelectrònica i Sistemes Electrònics)
- Curs 2021/22

¹ Tecnologia mòbil digital per transmetre dades i veu.

droid, un consum estimat del projecte i els diferents tipus d'alimentació que s'han proposat. Finalment es buscaran diferents formes de reduir el consum del projecte, es veuran les conclusions i la bibliografia.

2 OBJECTIUS

Els objectius del projecte ens donen una pauta per desenvolupar un prototip que satisfaci la necessitat per el que va ser creat.

2.1 Objectius principals

Els objectius principals que formen la base d'aquest projecte són els següents:

- Desenvolupament d'un prototip d'una alarma basada amb Arduino i unes dades que obtenim mitjançant sensors.
- Desenvolupament d'una aplicació Android amb la finalitat de configurar i activar i desactivar l'alarma mitjançant Bluetooth.

2.2 Objectius específics

Els objectius específics del projecte complementen els objectius principals per a donar una visió més específica del que conforma el desenvolupament d'aquest projecte.

- Establir una metodologia de treball i la planificació de les tasques a realitzar del projecte.
- Estudi i recerca dels components necessaris per a desenvolupar una alarma.
- Reduir el consum al màxim dins del possible.
- Tria d'un microcontrolador que s'adapti a les necessitats del projecte
- Disseny del esquema de connexió dels components amb el microcontrolador
- Desenvolupament i implementació del codi per controlar el sensor de presència, el sensor de vibració, el mòdul Bluetooth i el mòdul GSM.
- Establir connexió entre el microcontrolador i una aplicació Android mitjançant Bluetooth.
- Control de la alarma de detecció d'intrusos amb un dispositiu Android.

3 METODOLOGIA

Un cop definits els objectius principals i específics del projecte, es va establir una metodologia de treball per tal de implementar el hardware, al ser la part amb mes cos del projecte.

Es va planificar la implementació i configuració de cadascun dels mòduls per separat. D'aquesta manera es va profunditzar en cadascun dels dispositius per desenvolupar un codi mes adient.

La connexió dels mòduls amb l'Arduino també es va

realitzar individualment, amb això vam evitar possibles confusions entre les entrades i sortides. Un cop tots els mòduls van estar comprovats i correctament implementats, es van començar a fer proves conjuntes amb diferents mòduls l'hora.

3.1 Entorn de treball

Per al desenvolupament del projecte es va utilitzar el IDE² proporcionat per Arduino[3], el qual és necessari per a gravar la informació a la placa. L'IDE d'Arduino permet l'ús dels llenguatges C i C++, però en aquest projecte es va utilitzar el llenguatge C. Per a programar la placa i alimentar l'Arduino, es va utilitzar un USB tipus C connectat a l'ordinador amb l'IDE d'Arduino.

En el cas de l'aplicació Android l'IDE escollit va ser el Android Studio amb el llenguatge Java. Finalment per a comprovar el funcionament de l'aplicació, es va utilitzar tant el emulador de dispositius mòbils proporcionat per Android Studio, com un dispositiu mòbil personal.

3.2 Estudi previ dels components

Un dels objectius d'aquest projecte, com ja s'ha esmentat anteriorment, era reduir al mínim el consum de l'alarma. Seguint aquest objectiu es va fer un estudi dels diferents models de microcontrolador que proporciona Arduino per a trobar el mes adient.

A la Fig. 1 s'observen les principals característiques dels dos models.

	Uno	Nano
Voltatge d'entrada	5V	5V
Pins analògics d'E/S	6 entrada 0 sortida	8 entrada 0 sortida
Pins digitals d'E/S i PWM	14 E/S 6 PWM	14 E/S 6 PWM
USB	Tipus B	Mini
Dimensions	68.6 x 53.4 mm	18 x 45 mm
Pes	25 g	7 g
Consum	~50 mAh	~19mAh

Fig. 1. Característiques principals dels models Arduino Uno i Nano.

Entre els models Arduino UNO i Arduino NANO es va escollir el model NANO degut a, la reducció de consum front al model UNO, les seues dimensions i pes, ja que per a una futura implementació real es requerirà de poc espai.

Es va optar per utilitzar un sensor transductor de distancia com a sensor de presència degut a la seva fàcil implementació i el baix cost. Per al sensor de vibració es va escollir un model amb un potenciómetre per a poder

² Entorn de desenvolupament integrat per facilitar la programació.

ajustar el llindar a partir del qual comença a detectar les vibracions.

Amb el mòdul GSM només es volien enviar missatges SMS, així que es requeria d'un mòdul capaç de tenir un mode de baix consum o sleep.

Finalment es buscava amb el mòdul Bluetooth la capacitat de funcionar com esclau.

3.3 Components utilitzats

A continuació es mostra la Fig. 2 amb el llistat dels components i models d'aquests i el seu preu.

Component	Preu unitari
Arduino Nano	20€
Sensor vibració SW-420	5.29€
Sensor presència HC-SR04	6.29€
Mòdul Bluetooth HC-05	6.99€
Mòdul GSM SIM800H	7.49€
Bateria LiPo 3.7V 500mAh	9.45€
Protoboard	9.99€
Connector 4 pins per al sensor de vibració	2.45€
Antena 2G (GSM/GPRS)	5.89€
Portapiles 4 AA	7.48€
Jumpers	3.60€
TOTAL	84,92€

Fig. 2. Llista del components utilitzats al projecte i el seu preu.

El preu d'aquests components ha pogut augmentar des de la compra que es va realitzar degut a la falta de matèria prima.

4 FUNCIONAMENT

L'alarma d'intrusió té com a objectiu la detecció d'un intrús i l'avís al propietari de l'alarma. Seguint l'objectiu es va desenvolupar un funcionament per reduir els falsos positius, és a dir, reduir la quantitat de cops que l'alarma s'activa quan no es tracta de cap intrús.

La activació i desactivació de l'alarma es gestionarà des del dispositiu Android mestre. El primer sensor en detectar a l'intrús serà el sensor de presència situat a la part superior de la porta. Un cop el detecti, aquest sensor activarà el sensor de vibració situat a la superfície de la porta per tal de comprovar si l'individu l'intenta forçar amb alguna ferramenta, fet que produirà vibracions.

Finalment si aquest sensor detecta una vibració més elevada del llindar establert, s'enviarà un SMS d'avís amb el mòdul GSM.

4.1 Diagrama de flux

La Fig. 3 mostra el diagrama de flux que definirà el comportament de la alarma d'intrusió.

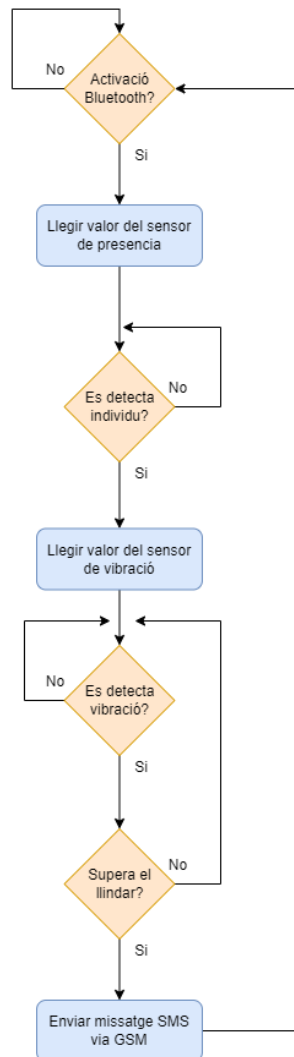


Fig. 3. Diagrama de flux de la alarma d'intrusió.

4.4 Sensor de presència

La funció que compleix el mòdul HC-SR04 en aquest projecte és detectar un individu davant la porta, al estar situat a la part superior de la porta, es calcularà quina és la distància fins al terra i la distància restant al trobar-se amb un individu. Quan un individu es situí al seu davall la distància disminuirà, activant la següent condició per tal de confirmar la detecció d'un intrús.

El mòdul HC-SR04 té una distància màxima de detecció de 4m i mínima de 2cm. Per altra banda, té un angle de detecció de 15°.

A la Fig. 4 s'observa la situació en un marc teòric on el mòdul de presència detecta un individu.

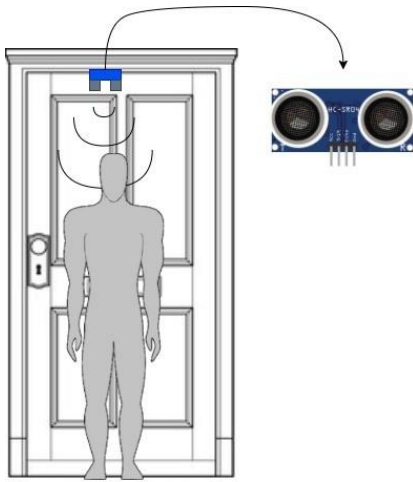


Fig. 4. Model 2D del mòdul de presència situat a la porta.

Aquest mòdul utilitza un transductor d'entrada i un de sortida incorporats per a mesurar la distància a la que es troba l'objectiu. Quan li es subministra un pols de 10us a la entrada Trigger s'activa la senyal de Echo i s'emeten una sèrie ultrasons a 40kHz, que al rebotar amb l'objectiu, es reben amb el transductor de entrada i es calcula la distància amb el temps que ha estat activa la senyal Echo. A la Fig. 5 es veu el càlcul de la distància segons el temps que triga en tornar.

$$\frac{340m}{s} \times \frac{1s}{1000000us} \times \frac{100cm}{1m} = \frac{2d}{t}$$

$$d(cm) = \frac{t(us)}{59}$$

Fig. 5. Formula per calcular la distància.

4.5 Sensor de vibració

El mòdul de vibració SW-420 s'implementarà amb la finalitat de detectar un intent de forçada de la porta. El sensor de vibració funciona mitjançant un element flexible dins d'un cilindre, que tenint tots dos una càrrega diferent, al produir-se moviment el element interior fa contacte amb les parets del cilindre conduint una petita càrrega.

Obtenint el valor que retorna el mòdul de vibració establim un llindar per decidir quins casos es consideren un intent de forçar la porta. La unitat estàndard de mesura de vibració són els Vats per metre quadrat, però aquest sensor retorna una sortida digital.

Establint una posició fixa per al potenciòmetre, es van

realitzar proves reals per tal d'aproximar el llindar a uns valors fiables.

4.6 Mòdul Bluetooth

El mòdul Bluetooth HC-05 permet la comunicació a temps real entre el dispositiu Android i l'Arduino. Amb aquest mòdul resollem la manca de connexió inalàmbrica de l'Arduino amb un dispositiu extern.

A l'hora de seleccionar el mòdul Bluetooth, es va fer una recerca dels diferents tipus de mòduls i una comparativa entre els mòduls HC-05 i HC-06. La Fig. 6 mostra algunes de les principals especificacions dels dos models.

	HC-05	HC-06
Pins	6	4
Voltatge d'entrada	5 o 3.3V	5 o 3.3V
Intensitat d'entrada	30mA	40mA
Comunicació	Mestre i esclau	Esclau
Programació	Comandes AT	Comandes AT

Fig. 6. Característiques principals dels mòduls Bluetooth HC-05 i HC-06.

Es va escollir el mòdul HC-05 per dos motius:

- Menys consum que el mòdul HC-06.
- Capacitat per a funcionar com a mestre i comunicar-se amb un altre dispositiu esclau pertanyent a altres microcontroladors, a l'hora d'implementar futures versions de la alarma.

En aquest projecte, el mòdul HC-05 es configurarà com a esclau, és a dir, la comunicació la començarà un dispositiu Bluetooth mestre, d'aquesta manera quan la distància ho permeti, el dispositiu mestre es connectarà automàticament al mòdul HC-05 i ens permetrà actuar sobre l'Arduino.

La programació del mòdul Bluetooth es va fer mitjançant comandes AT(7) enviades per el port sèrie de l'Arduino. El mòdul HC-05 s'haurà d'alimentar amb 5V després de mantenir pressionat el botó que incorpora la placa del mòdul per entrar en mode de configuració. Finalment es va canviar el nom del mòdul i la seva contrasenya.

4.6.1 Adaptació de nivells de senyal del mòdul Bluetooth HC-05

A l'hora de implementar el circuit de l'Arduino amb el mòdul HC-05, es van utilitzar dos pins digitals per a la recepció i transmissió de dades. La Fig. 7 mostra la assignació dels pins.

HC-05	Arduino
Tx (Transmissor)	Pin 10 com entrada de dades
Rx (Receptor)	Pin 11 com sortida de dades

Fig. 7. Assignació dels pins del Arduino al mòdul HC-05.

El pin Tx del mòdul HC-05 es podrà connectar directament al pin d'entrada del Arduino però, en el cas del Rx del HC-05, s'haurà d'implementar un circuit divisor de tensió per adaptar el nivell de la senyal. Utilitzant com a referència el datasheet del mòdul HC-05, aquest no indica que les senyals d'entrada siguin tolerables als 5V que proporciona l'Arduino.

Donant solució a aquesta incertesa, per tal d'evitar fer malbé el mòdul, es dissenyarà un circuit divisor de tensió per tal d'adaptar una senyal d'entrada de 5V a una senyal de sortida de 3.3V. A la Fig. 8 es mostra el càlcul realitzat per obtenir els valors de les resistències i l'esquema de connexió final.

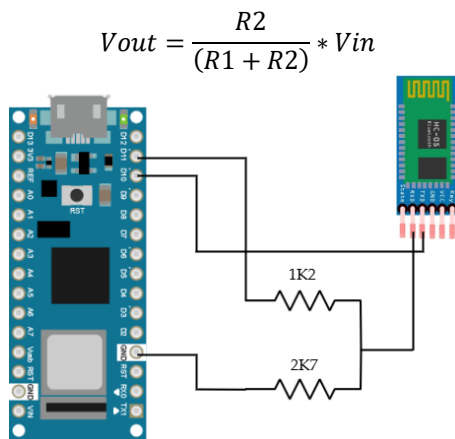


Fig. 8. Esquema del divisor de tensió aplicat al mòdul Bluetooth HC-05 i fórmula utilitzada

4.7 Mòdul GSM

El mòdul GSM SIM800H ens permet enviar un missatge d'alerta al terminal de destí per alertar d'una situació fora de lo normal. La implementació del mòdul GSM es va fer amb la llibreria proporcionada per Adafruit[4]. Aquesta ens facilitava la comunicació amb el mòdul i per tant, desenvolupar un codi més intuïtiu.

Aquest mòdul necessita d'una alimentació externa de 3.7/4.2V proporcionada per la bateria LiPo³. Quan la bateria es queda sense càrrega, la placa del mòdul SIM800L permet tornar a carregar-la mitjançant un port microUSB.

L'antena 2G també es necessària per a poder comunicar-se per la banda GSM. La xarxa 2G per la que opera el dispositiu utilitza una tecnologia menys avançada i poc a poc s'ha anat substituït per xarxes de més freqüència com la 3G, 4G i 5G. Això però, no ens suposa un problema a l'hora d'enviar un missatge SMS d'alerta.

Per acabar el mòdul requerirà d'una targeta SIM amb capacitat per navegar per la xarxa 2G.

4.2 Esquema de connexió

Per tal de facilitar el muntatge i les proves, totes les connexions es van fer sobre una protoboard. A la Fig. 9 es pot observar un simplificat amb tots els pins necessaris per part de cada mòdul.

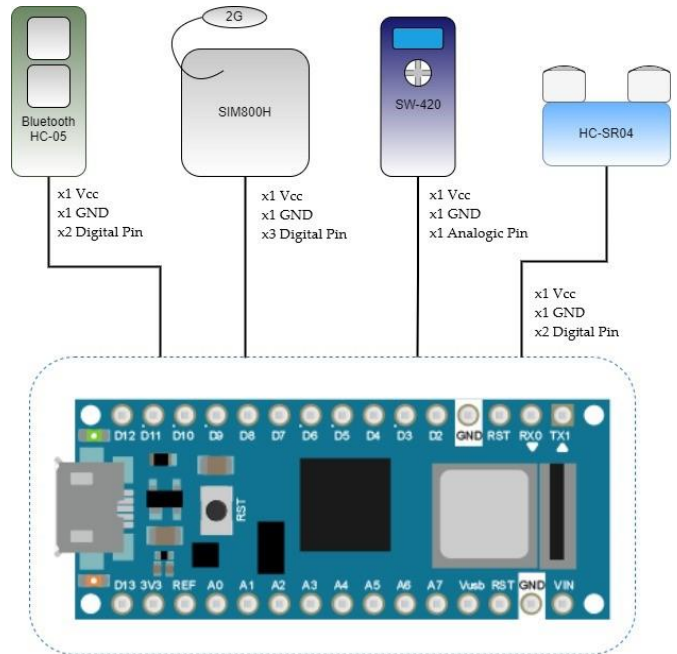


Fig. 9. Esquema de connexió general amb els mòduls utilitzats.

En total es necessitaran 7 pins digitals d'entrada i sortida, un pin analògic, 5V de sortida i toma terra. L'Arduino Nano, com s'ha comentat abans, compleix aquestes necessitats.

5 DESENVOLUPAMENT DE L'APLICACIÓ ANDROID

Com s'ha esmentat anteriorment, l'aplicació Android va ser desenvolupada amb l'IDE Android Studio. La Fig. 10 mostra la arquitectura que forma la comunicació entre el dispositiu Android i l'Arduino.

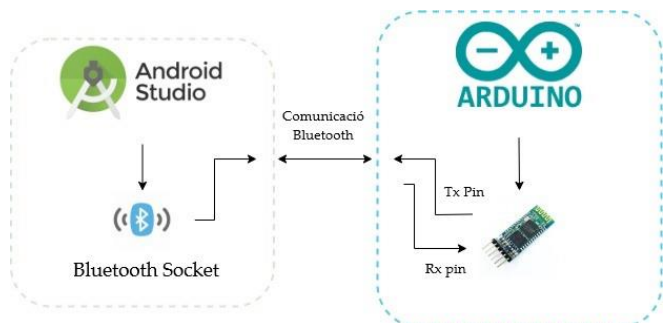


Fig. 10. Arquitectura utilitzada per a la comunicació Bluetooth.

³ Una bateria LiPo és un tipus de bateria recarregable composta per Liti i Polímer.

Amb l'Android Studio es va crear un Bluetooth Socket per iniciar la comunicació junt amb la direcció MAC⁴ del dispositiu Bluetooth HC-05.

Aquesta direcció MAC la podem esbrinar, per exemple, amb una aplicació Android amb la capacitat per llistar les direccions MAC's dels dispositius Bluetooth actius. L'Android Studio també podrà fer un llistat dels dispositius descoberts, però degut a la quantitat de dispositius que utilitzen aquest protocol de comunicació, es va confirmar la direcció MAC amb l'aplicació Bluetooth Scanner descarregada des de la Play Store.

6 CÀLCUL ESTIMAT DEL CONSUM

Per fer el càlcul estimat del consum del nostre projecte es dividirà en dos modes de funcionament, el primer càlcul tindrà en compte el consum dels diversos components del projecte en mode stand by. Aquesta serà una aproximació del consum estimat d'un cicle de vida de la bateria quan no es detecta cap alerta. Per altra banda també es farà un càlcul de consum amb una activitat normal per part de la alarma. És a dir, els diferents mòduls que la componen s'activaran a causa d'estímuls externs, com un veí passant per davant de la porta.

La Fig. 11 mostra la intensitat per hora requerida de cadascun dels components en el mode de repòs.

Component	Consum en repòs
SW-420	15 mAh
HC-05	8 mAh
SIM800H	18 mAh
HC-SR04	<2mAh
Arduino NANO	16 mAh

Fig. 11. Consum en mili ampers dels components en estat de repòs.

Tenint en compte que aquests mòduls estaran consumint les 24 hores del dia i sempre en mode de repòs, obtenim un total estimat de 1416 mA per dia.

A continuació es presenta la Fig. 12 amb el consum dels dispositius transmissors, per exemple, el mòdul Bluetooth HC-05 consumeix 30mAh durant la transferència de dades, així com el mòdul GSM SIM800H consumeix 175mAh durant l'enviament del SMS.

Component	Consum en actiu
SW-420	15 mAh
HC-05	30 mAh
SIM800H	175mAh
HC-SR04	15 mAh
Arduino NANO	16 mAh

Fig. 12. Consum en mili ampers dels components durant una transmissió de dades

Per fer aquest càlcul tindrem en compte les següents consideracions:

- El mòdul Bluetooth HC-05 entrarà en funcionament dos cops al dia durant deu segons, per activar i desactivar la alarma.
- El mòdul GSM SIM800H realitzarà un enviament SMS consumint 175mA durant cinc segons.
- El sensor de presència s'activarà quinze cops al dia durant cinc segons degut al pas dels veïns i dels propietaris de la alarma.

El consum diari complint aquestes consideracions suma un total de 1425mA. Aquests càlculs queden representats a l'annexe A2 i A3.

La diferència de consum estimat amb les dues opcions es mínima, això ens deixa en la situació de buscar reduccions de consum dels mòduls en estat de repòs. Al punt 8 es tractarà aquest tema amb més detall.

7 TIPUS DE BATERIES

Per al disseny del projecte es van tenir en compte diferents tipus de bateries per alimentar el Arduino. Es buscava bateries amb capacitat suficient per mantenir la alarma connectada durant llargs períodes de temps, així com un pes no gaire elevat. Els principals tipus de bateries pel que es va optar van ser: quatre piles AA connectades en sèrie, una pila de 9V i una Power Bank⁵.

A la Fig. 13 observem les principals característiques dels tipus nombrats anteriorment.

	AA 1.5V x 4	Pila 9V	Power Bank
Mides	6.3 x 4.8 x 1.5 cm	5.1 x 3 x 2 cm	19.3 x 2.5 x 8 cm
Pes	120g	45g	325g
Carrega	2400mA	600mAh	20000mAh
Voltatge	6V	9V	5/9V

Fig. 13. Característiques principals dels tres tipus de bateries.

Els valors són aproximats ja que actualment al mercat hi ha molts models amb diferents característiques. Per al nostre projecte, tenint en compte el consum estimat, es va decidir en utilitzar les piles AA en sèrie i una Power Bank amb les característiques de la taula. Aquestes bateries ens proporcionarien suficient autonomia per mantenir la alarma activa durant mes d'un dia.

Fent un càlcul aproximat, amb les piles AA en sèrie, la duració d'aquestes arribaria quasi als dos dies. Per l'altra banda, amb la Power Bank, s'estima una duració de dues setmanes.

⁴ Identificador únic del dispositiu de xarxa

⁵ Una Power Bank és un tipus de bateria recarregable amb ports USB.

8 REDUCCIÓ DEL CONSUM EN REPÒS

Dels components que formen el projecte, l'Arduino Nano i el mòdul GSM SIM800H consumeixen mes del 50% del total. Per tal de reduir aquest consum es va fer una recerca dels dos components i les seves opcions.

8.1 Arduino Nano

L'Arduino Nano permet l'ús d'una sèrie de llibreries per a reduir el seu consum[5].

8.1.1 Sleep mode

Aquesta llibreria posa en Sleep el microcontrolador i permet la seva activació de dues formes:

- D'activació externa, permet posar l'Arduino en un mode sleep fins que un element extern l'activi, pot ser un polsador o un sensor.
- D'activació temporal, amb aquesta llibreria es pot definir un temps per a que l'Arduino es desperti del mode sleep.

8.1.2 Deep Sleep mode

El mode Deep Sleep redueix mes consum de l'Arduino que el mode Sleep, això es degut al posar en mode Deep Sleep el microcontrolador i parar tots els components excepte els perifèrics RTC⁶.

Per a despertar la CPU es poden utilitzar interrupcions al codi o els RTC.

8.1.3 Reducció de la freqüència de rellotge

La freqüència del rellotge determina la quantitat d'operacions per segon que es poden arribar a fer. L'Arduino Nano, com la majoria dels altres models, treballa amb una freqüència de rellotge de 16MHz, amb aquesta llibreria(15) podem reduir la freqüència fins a 2MHz.

Esta modificació però, pot afectar al boot loader desencadenant un mal funcionament de la placa.

8.2 SIM800H

El mòdul GSM SIM800H es configura mitjançant comandes AT. Seguint el Datasheet[6], es troben dos comandes AT per posar en mode Sleep el mòdul:

- AT+CSCLK=1
- AT+CSCLK=2

Les dues comandes permeten reduir el consum fins a 1mA. El mode Sleep 1 posa en Sleep el mòdul només s'envia la comanda per la UART, per despertar-lo s'ha de

alimentar el pin DTR per tal que sigui HIGH i en un marge de 50ms desactivar el mode Sleep amb la comanda AT+CSCLK=0. Per altra banda el mode Sleep 2 també posa instantàniament el mòdul en Sleep però només fins que rebí una comanda AT, després de cinc segons d'inactivitat a la UART, es tornarà a posar en mode Sleep.

9 CONCLUSIONS

Aquest projecte es va desenvolupar amb la motivació de construir un sistema d'alarma econòmic, de software lliure i amb un temps de vida llarg. Dels objectius marcats s'ha aconseguit tant la implementació dels diferents tipus de mòduls a l'Arduino, com el desenvolupament d'una petita aplicació Android per controlar-lo. Per altra part, s'ha aprofundit molt amb els tipus de mòduls que s'estaven tractant i la configuració dels mateixos, fet que ha facilitat la posterior implementació amb l'Arduino.

Actualment amb l'Arduino es poden arribar a desenvolupar projectes de tots tipus, a més aquest disposa d'una gran comunitat que constantment actualitza i millora versions de llibreries, projectes, i controladors. Al tenir un preu econòmic, varia entre 3 i 25 euros segons el model escollit, ha donat peu a implementacions que abans es creien restringides per a grans empreses. En aquest cas, el fet d'implementar una alarma de detecció d'intrusos sembla feina per a companyies com Securitas Direct, Prosegur... però, mes a petita escala, es poden crear dispositius amb funcions que altres no proporcionen. Per finalitzar, la funcionalitat final del projecte és la esperada quan es van marcar els objectius. Per tant, els objectius marcats inicialment s'han acomplert, però per altra banda m'hagués agradat profunditzar més en la reducció de consum de cadascun dels components i la realització de proves de consum reals per tal d'aproximar els valors als més reals possibles.

Amb perspectiva de futur, seria interessant l'estudi d'altres formes de reducció de consum de la alarma i, donant us al mòdul Bluetooth, el desenvolupament d'un altre dispositiu de detecció d'intrusos gestionat per un microcontrolador diferent amb el seu mòdul Bluetooth. D'aquesta manera es podria establir una comunicació entre els dos microcontroladors per a implementar més funcionalitats al sistema d'alarma.

Personalment aquest projecte m'ha aportat un coneixement tant pràctic com teòric dels microcontroladors i sensors externs que desconeixia, així com ganes de seguir formant-me en aquest àmbit.

AGRAÏMENTS

Per començar m'agradaria agrair l'interès i paciència proporcionada per Vicenç Soler, el meu tutor de projecte, que a l'hora de mantenir la constància, m'ha suposat una gran ajuda al estar compaginant estudis i treball.

⁶ Un dispositiu amb rellotge a temps real.

També m'agradaria nombrar als companys de la carrera que m'han acompanyat durant tota aquesta etapa, així com a la meua família, que des de el primer moment m'ha recolzat per a desenvolupar aquest projecte.

BIBLIOGRAFIA

[1] Llei Orgànica 10/1995. [En línia] https://noticias.juridicas.com/base_datos/Penal/lo10-1995.l2t10.html.

[2] Arduino (2018) [En línia] Arduino.cc. <https://www.arduino.cc/>.

[3] IDE proporcionat per Arduino. [En línia] <https://www.arduino.cc/en/software>.

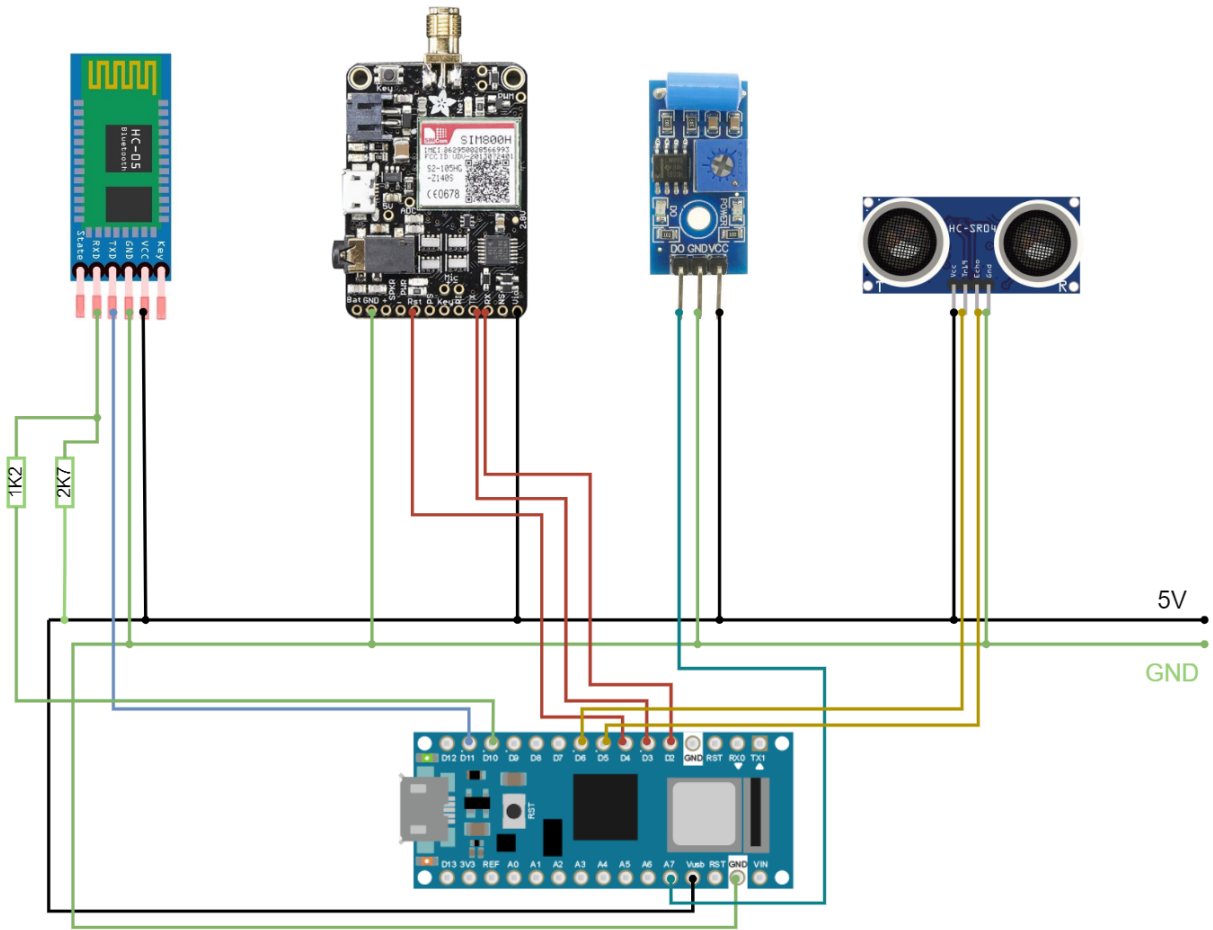
[4] Llibreria del mòdul GSM proporcionada per Adafruit FONA. [En línia] <https://learn.adafruit.com/adafruit-fona-mini-gsm-gprs-cellular-phone-module/arduino-test>.

[5] Reducció del consum [En línia] https://www.nongnu.org/avr-libc/user-manual/group_avr_power.html.

[6] Datasheet del mòdul GSM. SIM800L_Hardware_Design_V1.00 https://img.filipeflop.com/files/download/Datasheet_SIM800L.pdf.

ANNEXE

A1. Esquema de connexió del Arduino NANO amb els mòduls: Bluetooth, GSM, Vibració i Presència



A2. Estimació de la durada i el consum en estat de repòs

	Consum	Duració	Total en un dia
Arduino NANO	16 mAh	24 hores	384mA
HC-05	8mAh	24 hores	192mA
SIM800H	18mAh	24 hores	432mA
HC-SR04	2mAh	24 hores	48mA
SW-420	15mAh	24 hores	360mA
			1416mA

	Piles AA	Power Bank
Capacitat	2200	20000
Consum en 24 hores	1416mA	1416mA
Estimació durada	Més d'un dia	14 dies

A3. Estimació de la durada i el consum amb una activitat normal

	Consum 1	Duració 1	Consum 2	Duració 2	Total en un dia
Arduino NANO	16 mAh	24 hores			384mA
HC-05	8mAh	~ 24 hores	30mAh	20 segons	194mA
SIM800H	18mAh	~ 24 hores	175mAh	5 segons	437mA
HC-SR04	2mAh	~ 24 hores	15mAh	75 segons	50mA
SW-420	15mAh	24 hores			360mA
					1425mA

	Piles AA	Power Bank
Capacitat	2200	20000
Consum en 24 hores	1425mA	1425mA
Estimació durada	Més d'un dia	14 dies