

## Robòtica a l'IES S'Arenal

*Joan Jaume Sastre*

*Marco A. Alarcón*

**RESUM**

*Es tracta de la descripció d'una experiència realitzada a l'IES de s'Arenal sobre robòtica en el marc de l'assignatura de Tecnologia com a optativa de Tecnologia de la Informació i Comunicació del batxillerat científicotecnològic. En aquest context, s'ha desenvolupat un circuit digital programable de molt baix cost i capaç de dur a terme aquesta part del currículum amb l'ajuda d'uns quants elements externs també molt econòmics. Amb el circuit es poden controlar petits processos de forma autònoma, amb l'ajuda d'un ordinador. L'aplicació més espectacular seria un sistema mecatrònic senzill per apropar l'alumnat a l'apassionant món de la robòtica. Aquest sistema mecatrònic està lligat, per definició, per tres grans àrees del coneixement tecnològic: l'electrònica, la mecànica i la informàtica.*

**RESUMEN**

*Se trata de la descripción de una experiencia realizada en el IES de s'Arenal sobre robótica en el marco de la asignatura de Tecnología como optativa de Tecnología de la Información y de la Comunicación del Bachillerato científico-tecnológico. En este contexto, se ha desarrollado un circuito digital programable de muy bajo coste y capaz de llevar a cabo esta parte del currículo con la ayuda de unos cuantos elementos externos, también muy económicos. Con él se pueden controlar pequeños procesos de forma autónoma, con la ayuda de un ordenador. La aplicación más espectacular sería un sistema mecatrónico sencillo para aproximar al alumno al apasionante mundo de la robótica. Este sistema mecatrónico está ligado, por definición, por tres grandes áreas de conocimiento tecnológico: la electrónica, la mecánica y la informática.*

**JUSTIFICACIÓ**

El currículum de Tecnologia a l'ESO considera l'estudi dels processos controlats per ordinador com una part important d'aquesta àrea. A més, el nou currículum LOCE, que s'haurà d'adoptar en un futur, encara hi fa més èmfasi tant a l'assignatura de Tecnologia com a l'optativa de Tecnologia de la Informació i la Comunicació (TIC) del batxillerat científicotecnològic. Dins els continguts conceptuals es poden apreciar aspectes tan interessants com el control automàtic, el control per ordinador i l'adquisició de dades, entre d'altres coses.

Però impartir aquest bloc amb suficient qualitat, és a dir, amb pràctiques i no sols de forma teòrica, té, literalment, un preu. Aquest preu és prou alt. Tan alt que molts pocs instituts sense una dotació específica poden assumir-lo.

És per això que a l'IES S'Arenal s'ha desenvolupat un circuit digital programable de molt baix cost i capaç de dur a terme aquesta part del currículum amb l'ajuda d'uns quants elements externs també molt econòmics. Amb aquest es poden controlar petits processos de forma autònoma, amb l'ajuda d'un ordinador. L'aplicació més espectacular seria un sistema mecatrònic senzill per apropar l'alumnat a l'apassionant món de la robòtica. Aquest sistema mecatrònic està lligat, per definició, per tres grans àrees del coneixement tecnològic: l'electrònica, la mecànica i la informàtica.

El nom triat per referir-se a aquest sistema és FemtoPLC. Femto fa referència a una mil bilionèsima part d'una unitat, alguna cosa molt petita, fent al·lusions a la seva senzillesa. PLC són les sigles de Programmable Logic Controller, és a dir, controlador lògic programable.

A l'IES S'Arenal ja s'havien dissenyat diversos circuits que connectaven un PC amb un sistema físic. Aquest circuit s'anomena interfície i, encara que el seu funcionament ha estat satisfactori i la potència de càlcul era impressionant, té un gran inconvenient: ha d'estar forçosament lligat a l'ordinador en tot moment. Això significa que per cada circuit es necessita un PC. El FemtoPLC, una vegada programat, pot desconnectar-se de l'ordinador i fer feina autònomament durant molt de temps, encara que també pot funcionar com a interfície.

Els paràmetres més importants a l'hora de dissenyar-lo han estat el preu, la flexibilitat, la senzillesa i la realitat a les aules.

Encara que el **preu** està condicionat per les altres característiques, s'ha aconseguit dissenyar un circuit molt econòmic. En realitat, aquest és el «detonant» de tota aquesta feina, ja que al mercat hi ha un munt de circuits molt més professionals que aquest, amb una quantitat de prestacions industrials increïbles, però amb un preu elevat per a un centre públic. Considerant que la fabricació és a càrrec del professorat (o de l'alumnat) del centre, el cost del FemtoPLC és d'aproximadament trenta euros. A part s'ha de comprar la font d'alimentació i la caixa. El més interessant és que aquest preu és per a petites quantitats de components, perquè si la compra es fa per a unes vint o trenta unitats el cost pot baixar fins a vint euros per circuit.

El FemtoPLC havia de ser molt **flexible** i així ser capaç de controlar els projectes més comuns de tecnologia i TIC. El microcontrolador utilitzat només permet la utilització de tretze entrades o sortides. Podrien ampliar-se, però no sense apujar-ne el cost significativament. El compromís al qual s'ha arribat és de quatre sortides ON-OFF o PWM (per controlar receptors «normals» o servomotors), una sortida amb canvi de polaritat (especial per al canvi del sentit de gir de petits motors) i cinc entrades digitals. No cal dir que uns quants components auxiliars permetran arribar un poc «més lluny».

La **senzillesa** és una gran característica que té. És el programari dissenyat exclusivament per a aquest circuit (també anomenat FemtoPLC) el que fa que alumnes des de segon d'ESO puguin emprar-lo sense problemes. La seva interfície, en part gràfica i en part literal, pretén ser molt intuïtiva i allibera l'alumnat de la incomoditat d'aprendre llenguatges tan complexos com l'Assembler.

El disseny s'adapta a la **realitat a les aules**, és a dir, ha estat realitzat per professors de secundària en actiu, en contacte amb l'aula taller. D'aquesta experiència es va traure la utilització de connectors RJ45 perquè la connexió als projectes sigui ràpida i no faci falta construir un autòmat per a cada grup, ja que en acabar la sessió els alumnes el tornaran sense perdre temps connectant i desconnectant els receptors i els sensors. També és fruit del «rodatge» la inclusió de polsadors i leds que simulen les entrades i sortides respectivament. Així, no farà falta connectar res en un primer moment per aprendre a utilitzar-lo. El «control de qualitat» l'ha passat el personal més exigent del món: els alumnes. Això ho diu tot.

## DESCRIPCIÓ

Aquest circuit és una placa d'entrenament per al versàtil microcontrolador MicroPic 16F84 de l'empresa Microchip. Disposa de les característiques següents:

- Programador del tipus «ludipipo» inclòs a la placa i que es connecta a l'ordinador a través del port en sèrie.
- Un commutador per triar entre mode de programació i mode d'execució.
- Cinc entrades digitals (cinc volts) connectades a través d'un connector RJ45 i simulades amb cinc polsadors a la placa.
- Quatre sortides digitals (cinc volts) connectades a través d'un connector RJ45 i visualitzades amb leds. També es permet la connexió de servomotors a aquestes sortides.
- Una sortida especial per a canvi de sentit de gir de petits motors (+5V, 0V, -5V)
- Font d'alimentació que permet la connexió directa de petits receptors sense fonts auxiliars.

Això vol dir que amb aquest circuit es pot fer un programa amb qualsevol compilador (del més senzill al més potent) i gravar-lo directament sense necessitat de llevar el microcontrolador i tornar a posar-lo.

Però aquests tipus d'accions requereixen un coneixement més o menys complet de llenguatge de programació que cal emprar. Malgrat que aquests coneixements serien molt interessants, potser el professorat no tingui temps dins la programació i/o el seu alumnat no tingui la base teòrica necessària.

És per aquestes raons que calia fer un pseudollenguatge de programació fàcil i intuïtiu que permetés la configuració d'aquest circuit sense aprofundir en programació.

Així va néixer l'**aplicació FemtoPLC** que complementa el **circuit FemtoPLC**, que permet programar el circuit com si fos un autòmat programable i, una vegada fet, desconnectar-lo del PC perquè es comporti amb autonomia.

El MicroPic 16F84 és un microcontrolador de la gamma mitjana amb una memòria Flash d'1K per al programari intern i una altra memòria EEPROM de 64 bytes per a dades.

El mèrit d'aquest circuit és el programari intern carregat al microcontrolador i que fa dues operacions molt importants:

- Gravar les instruccions que envia el programari des de l'ordinador als 64 bytes de dades.
- Interpretar aquestes dades per poder controlar, en funció de l'estat dels sensors, el receptors connectats.

Quan aquesta mena de «sistema operatiu» comença a executar-se, bé perquè s'acaba d'engegar el circuit o bé perquè s'ha fet un *reset*, la primera acció que realitza és comprovar durant dos segons si l'ordinador envia dades noves. Si és així les grava. Si no ho és, comença a executar les dades que ja hi eren.

## **FUNCIONAMENT**

Una vegada muntat el circuit electrònic, la primera operació per realitzar és la programació del microcontrolador. Per a aquesta tasca existeix un programari prou nombrós i de franc en gairebé tots els casos. El «sistema operatiu» per gravar es troba dins l'aplicació per a Windows. El programador pot gravar-lo si el commutador del circuit està en la seva posició inferior. Amb una ordre del tipus «write» es grava en uns pocs segons.

Ara es torna a pujar el commutador i així es disposarà d'un autòmat programable amb una relació potència-preu-senzillesa sense precedents.

Per començar a utilitzar-lo només s'ha de triar l'ordre correcta i afegir-la al llistat principal. Les ordres més importants són:

- Sortides: Activa o desactiva els receptors connectats.
- Entrades: Comprova l'estat dels sensors o contactes connectats.
- Temporitzador: Afegeix un retard que va des d'un ms fins a un parell de minuts.
- Servomotor: Permet posicionar fins a quatre servomotors tipus Futaba.
- Etiquetes: Permet controlar el flux del programari.
- Bucles: Fa que una part del programari es repeteixi un nombre finit de vegades.

Una vegada fet el programa, s'ha de «passar» al circuit. Per això s'han de seguir les passes següents:

- Alimentar el circuit amb una font d'almenys 7V i 1A.
- Connectar-lo al port en sèrie (COM1).
- Assegurar-se que el commutador està pujat (mode execució).
- Pitjar el botó «reset» i immediatament després fer clic al menú «gravar» de l'aplicació Windows FemtoPLC.
- Es veurà com una barra de progrés evoluciona. Si és així el programa s'haurà gravat perfectament i amb un segon *reset* s'executarà.

## **METODOLOGIA DIDÀCTICA**

El professorat disposa d'un petit armari amb anses que es pot transportar fàcilment i que conté tots els autòmats FemtoPLC a més de les fonts d'alimentació, cables sèrie, cables d'entrades/sortides i diferents estris que puguin ser necessaris.

En una **primera fase** no caldria connectar res més que l'alimentació i el cable sèrie per començar a fer feina, ja que uns leds simulen la connexió i desconnexió dels receptors i uns polsadors fan de sensors activats o desactivats. Els alumnes, després de provar els nombrosos exemples del professor, hauran de ser capaços de resoldre ells mateixos petits supòsits basats en processos reals. Clarament faria falta un ordinador per circuit i la localització seria a l'aula d'informàtica.

En una **segona fase** els alumnes podran connectar físicament petits receptors (bombetes, motors, relés, brunzents, etc.) i sensors del tipus tot-res (finals de cursa, òptics, magnètics, etc.). Així l'alumnat podrà fer un muntatge (mecànic generalment) i controlar-lo amb l'autòmat FemtoPLC. A diferència de la primera fase, aquesta es faria principalment al taller de tecnologia i només serien necessaris un o dos ordinadors per fer les programacions esporàdiques.

És clar que si el temps de què es disposa és curt es pot arribar només a la primera fase i deixar la segona per al curs següent.

## CONCLUSIÓ

L'equip directiu de l'IES S'Arenal, donant suport a la confecció d'aquest material, adreçat al professorat de Tecnologia de l'ESO i Batxillerat, ha volgut cobrir tres grans objectius:

- El nostre primer objectiu ha estat donar suport a la creació d'un material flexible, que ofereixi al professorat la possibilitat de dur a la pràctica amb els alumnes coneixements teòrics.
- El segon dels nostres objectius es basa en el model de professor. Valoram sincerament la figura del professor investigador, preocupat per conèixer, entendre i millorar la seva pròpia pràctica, i és a aquest tipus de professional a qui donam suport.
- El darrer dels nostres objectius és intentar fer conèixer i oferir un material nou i adient a la comunitat educativa.

Tres fites que es reuneixen en un únic objectiu: proporcionar un suport al professor en l'activitat docent, de forma que el seu treball li resulti més senzill i li proporcioni una major satisfacció.

Aspectes que cal tenir presents pel que fa al material que es presenta a l'article:

- És un material pensat especialment per als alumnes d'ESO i adaptable al alumnes de batxillerat.
- Es vol treballar dins una línia pràctica que millori la qualitat de l'aprenentatge de coneixements.
- És important que aquest material sigui sempre adaptat segons les característiques dels alumnes.
- Aquest material pretén formar en la pràctica.
- És necessari que el Departament de Tecnologia faciliti la tasca d'assessorament, formant el professor que utilitzi aquest producte en els seves classes de taller.

- Aquest material ha de ser treballat pel conjunt de professors de Tecnologia del centre, de manera que aquests puguin compartir l'experiència i resoldre els problemes que puguin sorgir.
- L'efectivitat d'aquest material està garantida si es treballa de forma adequada.
- La proposta del circuit digital programable (FemtoPLC) no és tancada, sinó que permet que el professor plantegi les activitats que cal dur a terme des d'un enfocament més personal i creatiu d'acord en les característiques del seu alumnat.

Aquest material està pensat perquè es treballi en grup amb els alumnes d'ensenyament secundari obligatori. I, des de la nostra perspectiva, creiem que el fet de treballar amb un enfocament interactiu no sols aconseguirà la millora del rendiment, la motivació i els interessos de l'alumne, sinó que també aprengui a establir relacions adequades amb els companys i professors que el duguin a un desenvolupament de la seva capacitat d'autogestió, responsabilitat i actituds democràtiques en els comportaments:

- Millora el rendiment, la motivació i desperta nous interessos de l'alumne.
- Millora les relacions del professor en el grup classe.
- Desenvolupa el sentit de la responsabilitat social.
- Incrementa l'autoestima i l'autocontrol.
- Es produeix la integració de tots els alumnes de la classe, fins i tot els més problemàtics.
- Fa augmentar el temps de permanència en la tasca.
- El fet de treballar.

Amb aquesta experiència afegim una baula més a aquesta tasca callada d'investigació i recerca de mitjans que facilita la tasca docent i fa augmentar la qualitat de l'educació que reben els nostres alumnes.