

Dirección Xeral de Educación, Formación Profesional e Innovación Educativa

Proxecto de innovación. Convocatoria 2018

Memoria Final

Título do proxecto	Aplicación didáctica intelixente para o control do consumo eléctrico – conectando coa industria 4.0
Coordinador/a	José María Campa Barcia
Centro educativo	CIFP Politécnico de Santiago

Proxecto de innovación premiado na RESOLUCIÓN do 22 de maio de 2018 da Dirección Xeral de Educación, Formación Profesional e Innovación Educativa pola que se resolven os premios para o desenvolvemento de proxectos de innovación tecnolóxica ou científica e proxectos de innovación didáctica no ámbito da Formación Profesional en centros públicos dependentes da Consellería de Cultura, Educación e Ordenación Universitaria, onde se impartan ensinanzas de Formación Profesional, convocados na resolución do 04 de decembro de 2017.

Índice

1	Memoria xustificativa.....	3
	1.1. Historia do proxecto. Xustificación.....	3
	1.2. Xustificación.....	3
	1.3. Relación de participantes.....	6
	1.4. Obxectivos do proxecto.....	7
2	Resultados do proxecto.....	8
	2.1. Resultados finais do proxecto.....	8
	2.2. Implantación do proxectos.....	9
	2.3. Descrición global do proxecto, partes e elementos.....	9
	2.4. Manuais ou guías de xestións ou mellora de procesos.....	13
	2.5. Sitios web.....	14
	2.6. Aplicacións software.....	14

1 Memoria xustificativa

1.1. Historia do proxecto. Xustificación

Este proxecto de innovación presentouse na modalidade B: didáctica, e resultou premiado na resolución do 22 de maio de 2018 da Dirección Xeral de Educación, Formación Profesional e Innovación Educativa pola que se resolven os premios para o desenvolvemento de proxectos de innovación tecnolóxica ou científica e proxectos de innovación didáctica no ámbito da Formación Profesional en centros públicos dependentes da Consellería de Cultura, Educación e Ordenación Universitaria, onde se imparten ensinanzas de Formación Profesional, convocados na resolución do 04 de decembro de 2017.

1.2. Xustificación

Este proxecto ten como principal obxectivo o estudo da implantación dunha aplicación didáctica intelixente para o control do consumo eléctrico, que se podería aplicar a calquera instalación existente, por complexa que esta sexa. Deste xeito poderíamos monitorizar e controlar os consumos, tanto instantáneos como entre períodos de tempo, detectando equipos, espazos ou zonas sobre as que actuar, conseguindo así unha maior **eficiencia enerxética, reducindo custes e mellorando o impacto medioambiental.**

Enténdese por eficiencia enerxética eléctrica a redución das potencias e enerxías demandadas ó sistema eléctrico sen que afecte ás actividades normais realizadas nos edificios, industrias ou calquera proceso de transformación.

Ademais, unha instalación electricamente eficiente permite a súa optimización técnica e económica. É dicir, a redución dos seus custes técnicos e económicos de explotación.

En definitiva, un estudo de aforro e eficiencia enerxética comporta tres puntos básicos:

- Axudar á sostibilidade do sistema e medio ambiente.
- Mellorar a xestión técnica das instalacións, aumentando o seu rendemento e evitando paradas de procesos e avarías.
- Reducir tanto o custe económico da enerxía como o de explotación das instalacións.



Dende un punto de vista técnico, para a realización dunha instalación eléctrica expóñense catro puntos básicos

- Xestión e optimización da contratación.
- **Xestión interna da enerxía mediante sistemas de medida e supervisión.**
- Xestión da demanda.
- Melloras da produtividade mediante o control e eliminación de perturbacións.

O primeiro paso a realizar nun proceso de eficiencia enerxética e a diagnoses e auditoría da enerxía eléctrica. Nela vaise proceder a tomar e interpretar medicións de parámetros eléctricos, así como de todas as variables necesarias para a posterior toma de decisións.

Este proxecto permitirá dispoñer **do equipamento necesario** para realizar prácticas de deseño, dimensionamento, instalación, configuración e mantemento de diversos sistemas de control e supervisión da enerxía eléctrica, en condicións seguras e nun formato didáctico adaptado.

Os currículos dos ciclos formativos establecen obxectivos directamente relacionados con este recurso didáctico. A continuación indícase o currículo, o módulo, unidade formativa directamente relacionada con este recurso didáctico, tamén se relacionan os obxectivos que se poden alcanzar:

Decreto 138/2011 polo que se establece o Currículo de técnico superior en sistemas electrotécnicos e automatizados.	
MÓDULO PROFESIONAL	UNIDADE FORMATIVA
Procesos en instalacións de infraestruturas comúns de telecomunicacións	Procesos en instalacións de infraestructura común de telecomunicación no interior dos edificios
sistemas e circuítos eléctricos	Técnicas de medidas en instalacións electrotécnicas
Configuración de instalacións domóticas e automáticas	Instalacións domóticas Montaxe, verificación e mantemento de instalacións domóticas



Decreto 102/2013, do 13 de xuño, polo que se establece o currículo do ciclo formativo de grao superior correspondente ao título de técnico superior en automatización e robótica industrial	
MÓDULO PROFESIONAL	UNIDADE FORMATIVA
Sistemas de potencia	Sistemas eléctricos e máquinas eléctricas
Informática industrial	Sistemas informáticos e redes de computadores Programación de aplicacións informáticas industriais
Comunicacións industriais	Introdución aos sistemas de comunicación industrial Programación e configuración de sistemas de comunicación industrial
Integración de sistemas de automatización industrial	Planificación e xestión do sistema automático industrial Instalación de sistemas automáticos integrados
Sistemas programables avanzados	

Decreto 210/2012, do 4 de outubro, polo que se establece o currículo do ciclo formativo de grao superior correspondente ao título de técnico superior en sistemas de telecomunicacións e informáticos	
MÓDULO PROFESIONAL	UNIDADE FORMATIVA
Sistemas informáticos e redes locais	
Redes telemáticas	



1.3. Relación de participantes

Centro coordinador

Centro coordinador: CIFP Politécnico de Santiago		Código de centro:15015767
Profesorado participante		
Nome	Apellidos	Especialidade
José María	Campa Barcia	Sistemas electrotécnicos e automáticos
José Luis	García García	Sistemas electrotécnicos e automáticos

Empresas ou entidades participantes

Empresas ou entidades participantes
Instituto Schneider Electric de Formación (ISEF)
Unión Distribuidores Electricidad S.A (UDESА)
Infobradoiro Soluciones Informáticas, SLNE

1.4. Obxectivos do proxecto

Obxectivos xerais do proxecto

Dispoñer dunha aplicación didáctica intelixente para o control do consumo eléctrico, como exemplo nos centros de FP para:

1. Monitorizar e supervisar tódolos consumos enerxéticos
2. Rexistrar os datos e analizalos
3. Tomar decisións de operación eficiente do sistema. Priorizando cargas, elección do períodos de consumo, etc.
4. Poder controlar a instalación de forma local e remota a través de calquera dispositivo móbil e/ou PC
5. Prolongar a vida útil dos equipos
6. Reducir o mantemento correctivo, ampliando o preventivo e realizando predictivo
7. Unir a electricidade coa electrónica, as comunicacións e a **industria 4.0**

Obxectivos específicos

1. Integrar contadores eléctricos intelixentes nunha instalación para poder medir, e así analizar e controlar os consumos totais e parciais nunha instalación de subministro eléctrico.
2. Deseñar un cadro eléctrico intelixente
3. Montar os elementos dun cadro eléctrico intelixente
4. Interconectar os elementos de protección, potencia, control e comunicacións
5. Implantar unha rede cableada e wifi para monitorizar e actuar sobre os elementos de protección e de control
6. Parametrizar o sistema de control e xestión
7. Implementar unha aplicación web dende a cal se poida monitorizar, xestionar e controlar os parámetros eléctricos (tensións, intensidades, potencias, enerxías) das cargas conectadas.

2 Resultados do proxecto

2.1. Resultados finais do proxecto

Como resultado deste proxecto dispónse dun cadro eléctrico que integra: protección, mando e control, que constitúe unha aplicación didáctica intelixente para o control do consumo eléctrico.



2.2. Implantación do proxectos

O cadro posúe unha estrutura adaptada, e unhas dimensións adecuadas para o seu fácil desprazamento. Tendo en conta que nun anexo ó pavillón polideportivo do Centro Educativo dispónse dun centro de transformación didáctico intelixente, o que permite ampliar as opcións de supervisión e control das que dispón o cadro obxecto deste proxecto, optouse por instalalo en dito local.

2.3. Descrición global do proxecto, partes e elementos

Para deseñar a estrutura do cadro optouse por dividilo verticalmente en dúas partes diferenciadas.

Na parte **interior esquerda** dispuxéronse 4 filas nas que podemos apreciar:

- Fila 1: 2 Switch para interconectar os elementos con conexión Ethernet
- Fila 2: Autómata [Modicon M241CEC24R](#)
- Fila 3: Aparamenta:
 - ✓ Disyuntor magnético [GV2 L0725A](#)
 - ✓ Contactor [LC1 D09BD](#)
- Fila 4: Variador de frecuencia [Altivar 630 0.7 Kw 400/480V TRI](#)

Na parte **frontal esquerda** dispuxéronse os seguintes elementos:

- Fila 1: [Seta](#) emerxencia
- Fila 2: Powerlogic [METSEPM8240](#)
- Fila 3: Pantalla Magelis GTO-[HMIGTO2310](#)
- Fila 4: Terminal gráfico [Altivar 630 0.7 Kw 400/480V TRI](#)

Na **parte interior dereita** dispuxéronse 8 filas nas que encontramos:

- Fila 1: Interruptor automático [NXS 100F](#)
- Fila 2: Aparamenta:
 - ✓ Reconnectador [RCA IC60](#)
 - ✓ Interruptor automático [iC60N - 4P](#), con - [PowerTag-4P](#) en la parte superior

- ✓ Bloque diferencial [*Vigi IC60 – 4P*](#)
- ✓ Limitadores de sobretensión [*IPRD-65-350*](#)
- ✓ Piloto iLL red tri. rojo/rojo/rojo
- ✓ Cuatro borneros de conexión.

➤ Fila 3: Aparamenta

- ✓ Interruptor automático con telemando [*Reflex IC-60N-4P*](#) con- [*PowerTag-4P*](#) en la parte superior
- ✓ Mando motorizado con reconexión automática [*ARA-IC60*](#)
- ✓ Diferencial [*IID 4x40A*](#)
- ✓ Limitadores de sobretensión [*IPRD-65-350*](#)
- ✓ Piloto iLL red tri. rojo/rojo/rojo
- ✓ Interface Ethernet para interruptor automático [*Enerlink 'XIFE*](#)

Fila 4: SmartLink:

- ✓ Acti 9 [*SmartLink SIB*](#)

➤ Fila 5: Aparamenta:

- ✓ Interruptor automático [*RCA IC60*](#)
- ✓ Interruptor automático [*IC60N – 4P*](#), con - [*PowerTag-4P*](#) en la parte superior
- ✓ Mando motorizados con reconexión automática [*ARA iID*](#)
- ✓ Cuatro borneros de conexión

➤ Fila 6: Aparamenta:

- ✓ Interruptor automático con telemando [*Reflex IC-60N-4P*](#) con- [*PowerTag-4P*](#) en la parte superior
- ✓ Bloque diferencial [*Vigi IC60 – 4P*](#)

- ✓ Interruptor automático con telemando [Reflex IC-60N-3P](#) con- [PowerTag-3P](#) en la parte superior
- ✓ Bloque diferencial [Vigi IC60 – 3P](#)
- ✓ Fonte de alimentación 230AC/24DC

- Fila 7: SmartLink:
 - ✓ SmartLink [ELEC](#)

- Fila 8: Aparamenta
 - ✓ Bloque diferencial [Vigi IC60 – 2P](#)
 - ✓ Mando remoto [RCA IC60](#)
 - ✓ Interruptor automático IC60N-10A, con- [PowerTag-2P](#) en la parte superior
 - ✓ Bloque diferencial [Vigi IC60 – 2P](#)
 - ✓ Contacto auxiliar [iOF+SD - 24V CD](#) con Ti24 interface
 - ✓ Mando motorizados con reconexión automática [ARA iID](#)
 - ✓ Interruptor automático IC60N-10A, con- [PowerTag-2P](#) en la parte superior
 - ✓ Bloque diferencial [Vigi IC60 – 2P](#)
 - ✓ Servidor [Wiser for KNX](#)

- Fila 9: Aparamenta
 - ✓ Interruptor automático con telemando [Reflex IC-60N-2P](#) con- [PowerTag-2P](#) en la parte superior
 - ✓ Interruptor automático con telemando [Reflex IC-60N-2P](#) con- [PowerTag-2P](#) en la parte superior
 - ✓ Contacto auxiliar [iOF+SD - 24V CD](#) con Ti24 interface
 - ✓ Mando motorizado con reconexión automática [ARA-IC60](#)
 - ✓ Interruptor automático IC60N-16A, con- [PowerTag-2P](#) en la parte superior
 - ✓ Bloque diferencial [Vigi IC60 – 2P](#)



- ✓ Fonte de alimentación 230AC/24DC
- ✓ Dos borneros de conexión

- Fila 10: Aparamenta
 - ✓ Dos Shukos
 - ✓ Servidor de enerxía [Com' X 510](#)
 - ✓ SmartLink [ELE Lite](#)
 - ✓ Fonte de alimentación 230AC/24DC
 - ✓ Fonte de alimentación 230AC/24DC

- Parte lateral esquerda (visto desde el frontal)
 - ✓ Base Cetac 4P+N+TT 32A, destinada a alimentar el cadro.
 - ✓ Base Cetac 3P+T 16A, saída del variador [Altivar 630 0,7 Kw 400/480V TRI](#)

- Parte lateral dereita (visto desde el frontal). Bases destinadas a la conexión de cargas.
 - ✓ Base Cetac1 3P+N+T 16A
 - ✓ Base Cetac1 3P+N+T 16A
 - ✓ Toma shuko 1
 - ✓ Toma shuko 2
 - ✓ Toma shuko 5
 - ✓ Toma shuko 3a
 - ✓ Toma shuko 4a



2.4. Manuais ou guías de xestións ou mellora de procesos

O concepto de industria 4,0 corresponde a unha nova metodoloxía de organizar os medios de produción. O obxectivo é poñer en marcha fábricas intelixentes, dotándoas das tecnoloxías máis avanzadas, tamén se busca aumentar a cantidade e calidade da produción reducindo o custo, aforrando enerxía.

Neste novo paradigma o consumo enerxético será un dos factores clave, xa que representa un dos grandes valores competitivos entre empresas, polo que aquelas que consigan reduci-lo máis verá garantida a súa rendibilidade económica e por tanto a súa supervivencia no mercado, apostando por un modelo de sostibilidade

Polo tanto o control, análise e optimización do consumo enerxético dos equipos debe estar presente en todo momento na adaptación da empresa a industria 4,0, e para elo deben seguirse os seguintes pasos fundamentais:

- **Adquisición de datos:** é un paso fundamental. Débense monitorizar de forma continua os consumos enerxéticos de todos os equipos, eliminando todos os rexistros manuais que se poidan estar realizando.
- **Procesamento de datos:** a información obtida debe manexarse e analizarse para unha mellor comprensión e interpretación, incluíndo a validación de sinais dos sensores e os atributos de estimación.

Dentro da fase de toma de decisións, débense buscar os seguintes obxectivos:

- **Optimización do consumo nos procesos:** ó dispoñer dunha monitorización continua dos parámetros do proceso, débese establecer para cada estado e momento o rango de funcionamento óptimo dos equipamentos onde o coeficiente capacidade produtiva – consumo enerxético sexa máximo.
- **Adaptación ó fluxo do proceso:** coa información dispoñible en tempo real débense obter modelos dinámicos do proceso con maiores velocidades de resposta. Desta forma poderíase por exemplo, en caso de producirse unha conxestión nunha parte do proceso, poder reducir de forma inmediata o rango de funcionamento, e por tanto o consumo eléctrico, dos equipos que están augas abaixo de dita conxestión mentres esta dure evitando o sobreconsumo dos equipos ó traballar nun réxime superior ó necesario.
- **Optimización da estratexia de mantemento:** o control do proceso e a aplicación da intelixencia artificial permítenos coñecer o consumo teórico dos equipos en función dos parámetros do proceso e do estado do equipo, polo que en caso de detección de desviacións sobre ditos valores permítenos a detección da avaría de forma temprá. Isto permitiranos establecer unha estratexia de mantemento que teña en conta o custo económico de sobreconsumo do equipo que presenta a avaría para decidir o momento da súa reparación.

O cadro obxecto deste proxecto pretende dar resposta ós puntos anteriores no relacionado cos consumos eléctricos. Para isto dispónse de distintos circuitos nos que podemos adquirir datos, para así controlar en tempo real todos os parámetros de consumo eléctrico, e tamén actuar en consecuencia. Deste xeito, podemos simular unha instalación industrial real, por complexa que esta sexa, establecendo pautas de comportamento, e deseñando unha estratexia de mantemento para decidir o momento de detención do equipo para a súa reparación. Deste xeito, este recurso didáctico permítenos formar a profesorado, alumnado e ao sector produtivo nestas novas tecnoloxías que se están implantando na actualidade.

2.5. Sitios web

Toda a información relativa ó proxecto, así como o acceso ás funcións que permite realizar o cadro estarán dispoñibles no seguinte enlace:

https://www.politecnicodesantiago.es/prox_innovac

2.6. Aplicacións software

Para a programación e parametrización dos distintos dispositivos utilizáronse os seguintes recursos software:

- SmartLink *ELE Lite*: dispositivos móbiles APP *eSetup* e APP *Facility Expert* SB de Schneider.
- SmartLink *ELEC*: dispositivos móbiles APP *eSetup* e APP *Facility Expert* SB de Schneider.
- *SmartLink SIB*: a través do servidor web do propio dispositivo.
- Servidor de enerxía *Com'X 510*: a través do servidor web do propio dispositivo.
- Interruptor automático *NXS 100F*: a través da web do Módulo de comunicación *Enerlink 'X*
- Pantalla Magelis GTO-*HMIGTO2310* : software *SoMachine* de Schneider Electric.
- Autómata *Modicon M241CEC24R* : software *SoMachine* de Schneider Electric.