

**PRESENTACIÓ DE RESULTATS DELS PROJECTES DE MILLORA DE LA DOCÈNCIA****TÍTOL DEL PROJECTE: Laboratori remot de proteccions elèctriques**

Professor/a responsable: Roberto Villafàfila Robles

roberto.villafafila@upc.edu

Departament d'Enginyeria Elèctrica

Escola Universitària d'Enginyeria Industrial de Barcelona

Professorat que ha intervingut :

Andreas Sumper, Oriol Gomis Bellmunt,

Daniel Montesinos i Miracle, Rodrigo Ramírez Pisco.

Estudiants becats que han intervingut: Pau Manero Centellas (beca EUETIB)

Tipus d'ajut rebut: **UPC_2010**

Data de la comunicació de resultats: 15 gener 2012

Resum

La finalitat d'aquest projecte ha estat millorar la qualitat docent mitjançant l'augment de la practicitat dels estudis i l'aplicació de noves metodologies complementant les pràctiques existents en l'àrea dels sistemes elèctrics, i en concret, de les proteccions elèctriques que es fan servir a les xarxes de distribució elèctrica.

Per aquest motiu, es va plantejar el desenvolupament d'una plataforma que permetés als alumnes l'assimilació i complementació dels coneixements adquirits a les classes de teoria mitjançant l'aprenentatge pràctic. En concret, l'alumnat tindrà la possibilitat d'estudiar les tècniques i tecnologies d'automatització, de supervisió i control remot, i de les proteccions en els sistemes elèctrics,

El projecte es centra en el desenvolupament d'una plataforma experimental amb capacitat d'accés remot pel seu aprofitament a les assignatures d'especialitat del Graus d'Enginyeria Industrial en Electricitat i en Energia proposades pel mateix grup de professors que presenten aquesta proposta de projecte.

Paraules clau

Plataforma docent, Proteccions elèctriques, Xarxes elèctriques.

Catalogació segons aspecte d'actuació docent (*)

- Noves metodologies
- Practicitat dels estudis

Àmbit de coneixement UPC

- Enginyeries Industrials

Destinataris

Les titulacions on es pretén fer servir el laboratori remot desenvolupat com a plataforma docent és en matèries optatives dels Graus d'Enginyeria Industrial en Electricitat i en Energia de la EUETIB, concretament a les assignatures de:

- Anàlisi de sistemes elèctrics de potència (Optativa Grau Electricitat i Energia).
- Xarxes elèctriques intel·ligents (Optativa Grau Electricitat i Energia).

La previsió és fer-lo servir a la darrera en el quadrimestre de primavera del curs 11-12. A l'altra assignatura es farà a partir del curs 12-13.

També es considerarà la plataforma com un instrument per a la realització del projecte fi de carrera o de grau dels estudiants de les dues titulacions de l'espai europeu d'educació superior ja esmentades. De fet, ja s'han desenvolupat dos projectes fi de carrera d'estudiants de la titulació d'Enginyeria Tècnica Industrial en Electricitat: Raül Pérez Martínez i Pau Manero Centelles.

Resultat

El resultat principal del projecte ha estat el desenvolupament i posada en servei d'una plataforma amb proteccions elèctriques. Per assolir aquest resultat, s'han realitzat les següents tasques:

- Implementació física d'una xarxa elèctrica de distribució en topologia d'anell sense neutre amb tres càrregues.
- Disseny d'un sistema per a emular defectes de sobrecàrrega i curtcircuit.
- Incorporació dels interruptors i relés de protecció a la xarxa emulada .
- Comunicació entre els elements de protecció amb el protocol Modbus i la norma IEC61850.
- Incorporació d'un autòmat industrial per a l'automatització de la xarxa emulada.
- Monitorització de l'estat de la xarxa emulada mitjançant la interfície visualització i control de l'autòmat comercial.
- Redacció del manual d'usuari de funcionament i interacció amb el laboratori.

A continuació es descriu en què consisteix la plataforma desenvolupada i que emula una xarxa de distribució amb les seves proteccions elèctriques i càrregues.

La xarxa de distribució emulada (circuit de potència a la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**) consisteix en un circuit trifàsic sense neutre en topologia d'anell. La tensió trifàsica es redueix per motius de seguretat. La topologia de la xarxa es controla amb contactors que permeten obrir i tancar el circuit de potència i, per tant, és possible reconfigurar-lo.

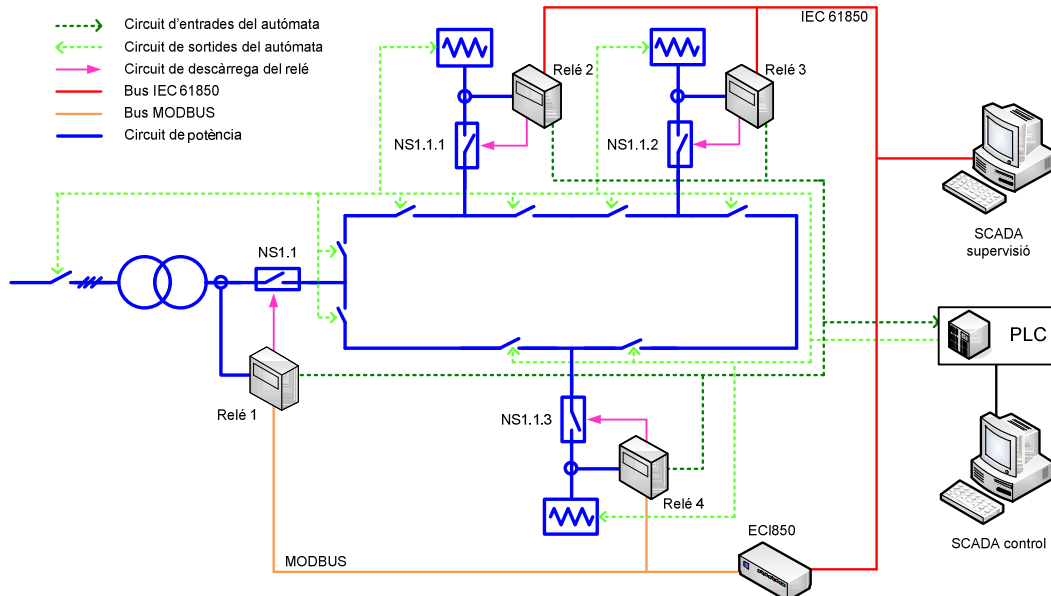


Figura 1. Esquema unifilar de la plataforma

El sistema de proteccions està format per 4 parelles d'interruptors automàtics NS100 i relés de protecció SEPAM de Schneider Electric. Hi ha una parella a capçalera del circuit de potència per a protegir l'anell i les altres 3 per a cadascuna de les càrregues assegurant la selectivitat entre elles. Els relés de protecció en cas de detectar un defecte, sobrecàrrega o curtcircuit, envien l'ordre d'obertura a l'interruptor corresponent.

Les càrregues s'han emulat amb llums incandescents per tal de facilitar la visualització remota del funcionament de la plataforma. Per a emular els defectes de sobrecàrrega i curtcircuit, s'han fet servir també els mateixos tipus de càrrega per la seva simplicitat i baix cost respecte altres alternatives.

El sistema de comunicació entre les proteccions (bus Modbus i bus IEC 61850 a la Figura 1. **Esquema unifilar de la plataforma**) permet intercanviar informació entre elles i, a la vegada, facilitar la visualització de l'estat de tot el sistema per a poder automatitzar i controlar la xarxa. Aquesta informació es transmet a l'autòmat, el qual està programat per a reconfigurar la xarxa i conèixer el tipus de defecte que s'ha produït.

La monitorització de l'estat de la xarxa emulada es realitza amb el mateix autòmat que controla la plataforma. La interfície de visualització i control es pot veure a la Figura 2. **Sistema de visualització i control de l'autòmat** i alguns dels seus elements a la Figura 3. L'autòmat permet interactuar a l'usuari amb la plataforma, a més de reconfigurar la xarxa i conèixer el tipus de defecte que s'ha produït. Com s'ha esmentat anteriorment; el control es realitza a partir dels botons que incorpora la pantalla d'exploatació. Els dispositius lumínics canviants

dependents de l'estat de la xarxa permeten la visualització d'aquest. El sistema de visualització indica en tot moment l'estat de la xarxa.

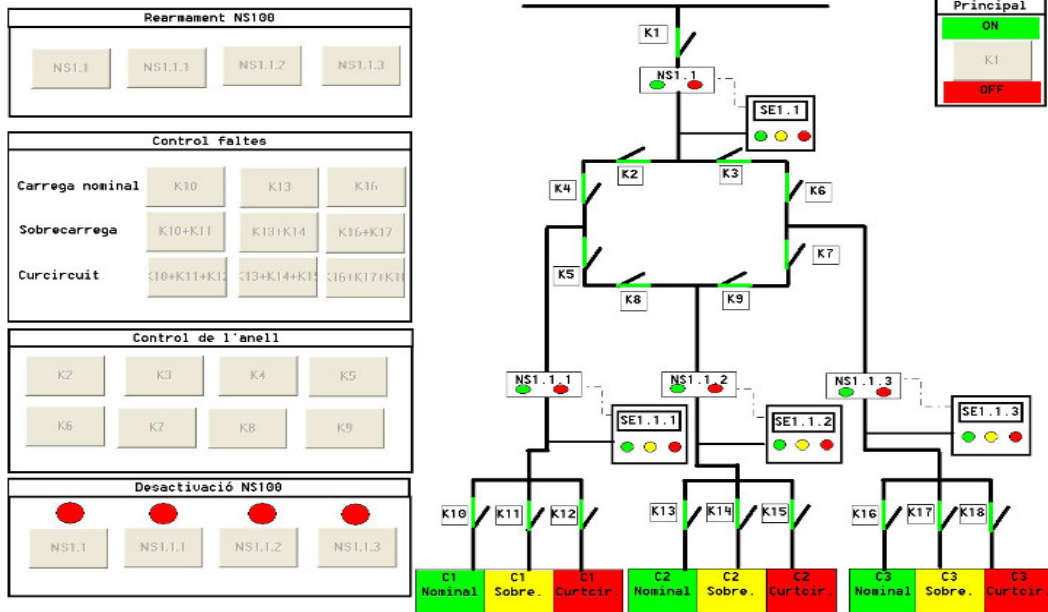


Figura 2. Sistema de visualització i control de l'autòmat

Es disposa d'un manual d'usuari, d'una memòria teòrica on s'explica la configuració i el funcionament dels dispositius que integra el laboratori, així com les seves característiques principals i funcions. Aquests documents permeten introduir a l'estudiant a l'ús de la plataforma i a les pràctiques a realitzar.



Figura 3. Imatges de la plataforma

Avaluació del projecte

El laboratori ha estat utilitzat pels professors implicats i els estudiants de projecte fi de carrera que l'han ajudat a desenvolupar. Tanmateix, també ha comprovat el seu funcionament personal de l'empresa Schneider Electric, qui és qui ha proporcionat els equips de protecció i automatització. La valoració que tothom a realitzat ha estat molt bona, doncs sense aquesta plataforma no era possible fins ara fer pràctiques amb tecnologies presents als processos industrials reals.

Conclusions

La plataforma desenvolupada permet realitzar pràctiques amb tecnologies presents als processos industrials reals, fet que fins ara no era possible. A més de la temàtica de les proteccions elèctriques, la plataforma facilita l'aprenentatge pràctic en altres temàtiques, també vinculades a les xarxes elèctriques, com són l'automatització, la supervisió i control remots, i les comunicacions industrials (en concret, de l'estàndard IEC 6150). Per a portar a poder fer aquestes pràctiques, cal disposar d'un ordinador amb tots els programes instal·lats i amb connexió a internet a través d'un IP fixa, doncs aquest fa de pont entre la plataforma i els usuaris.

No obstant, l'accés remot s'ha limitat des d'ordinadors presents al mateix laboratori on hi ha la plataforma per raons de seguretat. S'està en estudi de la manera apropiada per a fer-lo accessible des de fora. Quan això estigui solucionat, sobre tot la gestió de l'accés, la plataforma es podria fer servir a matèries obligatòries, que tenen normalment un major número d'estudiants que no pas les optatives. Les assignatures de l'EUETIB en les quals es podria fer ús serien:

- Sistemes elèctrics de potencia (Obligatòria Grau Electricitat).
- Transport i distribució d'energia II (Obligatòria Grau Energia).
- Automatització (Optativa Grau Electricitat).

Depenen de l'experiència en aquestes assignatures, es podria pensar en obrir l'accés als departaments d'Enginyeria Elèctrica d'altres Escoles d'Enginyeria de la UPC o d'altres universitats.

Tanmateix, la plataforma es pot continuar millorant incorporant més equips i actualitzant-la. Per aquesta raó, els professors implicats buscaran recursos per a fer-lo i proposaran projectes fi de grau per a realitzar-lo i, d'aquesta manera, donar als estudiants l'oportunitat de realitzar un projecte totalment pràctic fent servir tecnologies comercials, a la vegada que la plataforma es manté actualitzada i en funcionament.

Referències/més informació

Per a obtenir més informació sobre el projecte, es poden consultar els projectes fi de carrera:

- Títol: Laboratori remot de proteccions elèctriques.
Autor: Raül Pérez Martínez

Tutor/director: Roberto Villafáfila Robles
<http://upcommons.upc.edu/pfc/handle/2099.1/9962>

- Desenvolupament d'un laboratori remot de proteccions elèctriques de distribució.

Autor: Pau Manero Centellas

Tutor/director: Roberto Villafáfila Robles
<http://upcommons.upc.edu/pfc/handle/2099.1/11294>

També s'ha realitzat una publicació a un congrés internacional:

- Raul Perez-Martinez, Roberto Villafafila-Robles, Pau Lloret-Gallego, Agusti Egea-Alvarez, Andreas Sumper, Angel Silos-Sanchez, "Protection System Remote Laboratory". 11th International Conference IEEE EPQU'11, 17-19 October 2011, Lisbon (Portugal).