

Treball final de grau

Estudi: Grau en Enginyeria Electrònica Industrial i Automàtica

Títol: Disseny, dimensionament i realització d'un sistema de control de cel·les bioelectroquímiques per l'eliminació de nitrats a l'aigua

Document: Resum

Alumne: Jose Antonio Torres Moreno

Tutor: Dani Macaya Masferrer

Departament: EEEA

Àrea: ESA

Convocatòria (mes/any) Setembre/2016

ÍNDEX

1. Introducció	2
2. Hardware	3
3. Programació.....	4
4. Control.....	5
5. Conclusió	6

1. Introducció

La bioelectroquímica ha experimentat un gran avenç en aquests darrers anys. Aquest fet ha comportat la necessitat de coordinar i desenvolupar un treball en equip entre professionals de diverses disciplines, tant químics com electrònics.

La presència de nitrats en aigües subterrànies és una preocupació global. En certes zones geogràfiques, les concentracions de nitrat excedeixen els límits marcats per l'Organització Mundial de la Salut (OMS) pel consum humà. Actualment, les tecnologies més efectives per eliminar el nitrat en aigües subterrànies són l'osmosi inversa, l'electrodiàlisi inversa o l'intercanvi iònic. Malauradament, aquestes tecnologies requereixen un alt consum energètic i un cost econòmic elevat per fer possible la seva implementació. El grup de recerca LEQUIA del Parc Científic i Tecnològic de la Universitat de Girona està desenvolupant un nou sistema que implica bacteris autotròfics i la utilització d'una font d'electrons (l'elèctrode catòdic) per tal de resoldre aquest problema.

L'objecte del projecte és dissenyar i implementar el sistema de control d'una de les cel·les d'un procés format per 36 cel·les bio-electroquímiques. El sistema de subministrament de potència i adaptació dels senyals mitjançant un PLC, per acabar tenint un sistema SCADA.

Això implicarà el desenvolupament de certes fases; en primer lloc caldrà fer un estudi del funcionament de les cel·les amb la MyDAQ i el software LabView. Es continuarà fent un estudi i prova dels mètodes utilitzats pel control de reaccions similars. Seguidament es farà una anàlisi dels requeriments pel control i dimensionat del sistema ajustant-se als recursos disponibles i el disseny i realització de les plaques necessàries.

L'estudi del funcionament de les cel·les es durà a terme amb una DAQ i el software Labview. El dimensionat i els circuits es dissenyaran amb Multisim i Utilboard. El control es realitzarà amb un PLC Vipa, per tenir el sistema SCADA s'utilitzarà una pantalla tàctil Siemens. La implementació i posada en funcionament es farà en un mòdul situat a la depuradora municipal de la població de Navata (Girona).

2. Hardware

Per a estudiar i controlar la cel·la i complir amb les especificacions del projecte es necessari que el hardware dissenyat tingui unes característiques específiques.

El hardware està format per circuits amb amplificadors operacionals en diferents configuracions i controladors de línia. Muntats en plaques diferents per poder evolucionar el conjunt amb facilitat.

El circuit subministrador de potència implementa una font de tensió controlada per tensió, utilitzant un operacional de potència que té la capacitat d'arribar als 3 amperes de contínua i 5 amperes de pic, suficient per els 2.5 amperes teòrics que pot necessitar la cel·la. El mateix incorpora una funcionalitat que ens mostra si ha estat apagat per sobreescalfament. Per aquesta raó es va fer un circuit que permet visualitzar fàcilment l'estat utilitzant dos LEDs.

S'ha trobat interessant de poder mesurar i visualitzar la intensitat que circula a la cel·la. Per poder dur a terme aquest mesura s'ha implementat un típic circuit format per una resistència de potència d'un valor molt petit $0,1\Omega$ i un amplificador diferencial INA126, que amb un guany de 10 dona el mateix valor en voltatge a la sortida que la intensitat que circula per la resistència.

A més s'adapta part de la instal·lació de la planta per avançar en la seva futura implementació. Donat l'ambient amb tant de soroll electromagnètic, s'opta per transmetre el senyal de control en mode diferencial. Per dur a terme aquesta tasca s'utilitzarà l'integrat drv134 aparellat amb el INA137, un mètode molt utilitzat en sistemes d'àudio.

3. Programació

Per a l'estudi de la reacció de la cel·la davant de l'estímul del circuit controlador es genera un software amb LabView per tal d'adquirir dos senyals, la intensitat que circula i el voltatge entre càtode i referència, i generar un senyal de sortida per al control d'aquesta. S'ha anomenat aquest software AnàlisisLab.

El LabVIEW és una plataforma, per a monitoritzar, dissenyar, controlar i testear mitjançant un llenguatge de programació d'alt nivell. El programa disposa de dos pantalles, la interfície gràfica, on es pot interactuar amb el procés un cop iniciat i la pantalla de programació, a on es dissenya el programa mitjançant una estructura formada per diferents blocs cada un amb una funció específica.

La interfície gràfica és l'encarregada de mostrar l'estat del procés i des d'on l'usuari interactua amb el sistema des de l'ordinador. S'ha considerat important tenir una interfície de treball fàcil d'entendre i utilitzar, a on s'expressin de manera clara i detallada cada una de les variables d'estat.

En el PLC es van escalar els valors de les entrades per ser mostrades en volts amb 3 decimals a la pantalla tàtil. També es van implementar PID a totes les sortides amb la possibilitat de modificar els paràmetres K_p , K_i i K_d a la mateixa pantalla tàtil.

4. Control

La majoria de processos no són estables per si mateixos i necessiten un controlador. Hi ha molts mètodes per a dur a terme aquest control, però ens centrarem amb el control PID ja que es el tipus de controlador més estudiat al llarg de la carrera i permet provar diferents tipus de mètodes per estabilitzar el sistema.

Les sigles PID signifiquen Proporcional-Integral-Derivatiu i són les operacions que se li efectuen al senyal d'error del sistema per a controlar-lo. Aquestes operacions estan lligades a un paràmetre de control en cada un dels casos per a accentuar o disminuir l'afecte de cada una de les operacions en el resultat.

Partint de la naturalesa del sistema, que es estable en regim permanent, es decideix fer servir el mètode de sintonització de PID Ziegler–Nichols per resposta a un graó. Amb el que obtenim els paràmetres del controlador.

5. Conclusió

Acabat el projecte coneixem amb més detall el funcionament de la cel·la. Gràcies a les proves sabem el rang i tipus d'estimulació electrònica que ha de rebre per reaccionar. El conjunt de circuit compleixen amb aquestes especificacions i estimulen la cel·la.

S'ha desenvolupat una aplicació per l'estudi i control de la cel·la amb el software LabView juntament amb la targeta d'adquisició de dades MyDAQ. Amb això s'han estudiat les bases per poder implementar el control en el PLC.

El mètode de Ziegler–Nichols de resposta del graó ha resultat satisfactori per trobar uns paràmetres òptims per el control del sistema amb PID.

La planta pilot del LEQUIA ha resultat ser un ambient amb molt de soroll electromagnètic, s'ha trobat una solució per transmetre les senyals sense interferències aprofitant el cablejat existent.

Per avançar en la planta pilot es van fer unes modificacions en el programa del PLC que han donat resultats satisfactoris.

Al tractar-se d'un projecte de recerca s'obrien moltes opcions per solucionar el mateix problema i molts petits problemes que han suposat una càrrega en temps i recursos important. En conjunt s'ha avançat en l'estudi de la cel·la i s'han posat les bases i guies per un projecte de recerca que espera continuïtat.