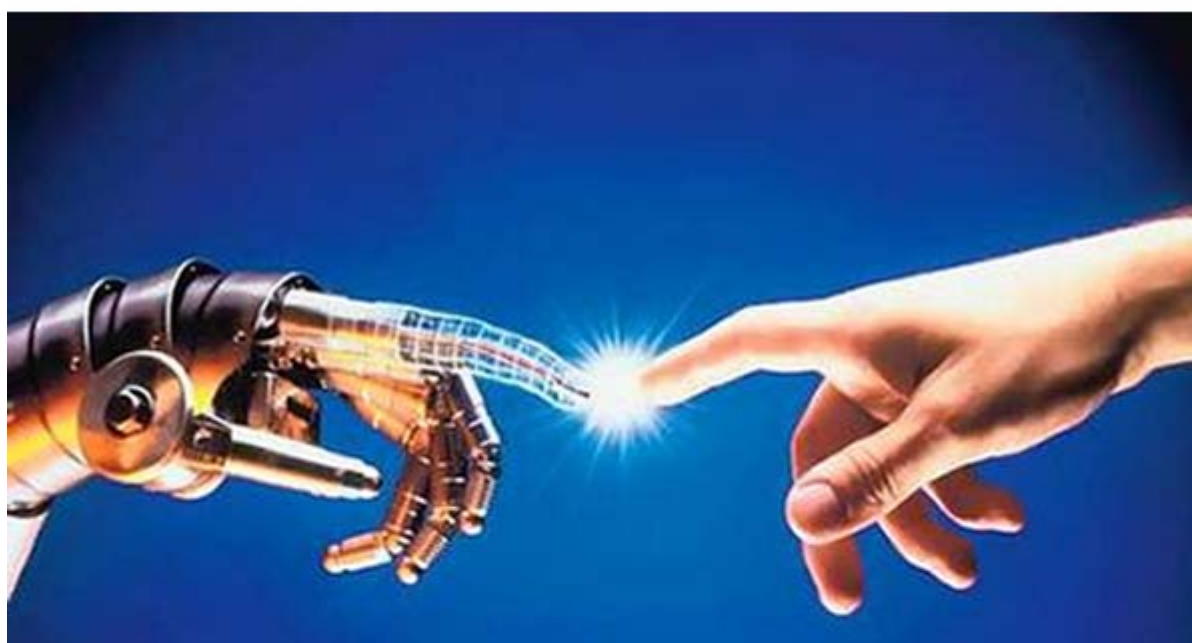




**Rama de Estudiantes UNED**  
<http://www.ieec.uned.es/ieee-uned/>

**BOLETÍN ELECTRÓNICO  
DE LA RAMA DE ESTUDIANTES DEL IEEE DE LA UNED**  
IEEE ELECTRONIC JOURNAL OF UNED STUDENT BRANCH  
ISSN: 1989-2195



Número XIII  
Edición Diciembre 2009

© 2009 Rama de Estudiantes IEEE de la UNED  
© 2009 IEEE Student Branch of UNED

# Boletín Electrónico Rama de Estudiantes de la UNED

## Diciembre-2009

### EDITOR

Sergio Martín  
([sergio.martin@ieee.org](mailto:sergio.martin@ieee.org))

### REVISORES

Manuel Castro  
Sergio Martín  
Germán Carro  
Gloria Murillo

### DISEÑO PORTADA

Sergio Martín

### AUTORES

Manuel Castro  
Alicia Sánchez  
Albert Prieto  
Núria Girbau  
Mohamed Tawfik  
Gloria Murillo

### AGRADECIMIENTOS

Vicerrectorado de Investigación UNED  
Vicerrectorado de Estudiantes y Desarrollo  
Profesional UNED  
Vicerrectorado de Centros Asociados  
UNED  
Escuela Técnica Superior de Ingenieros  
Industriales UNED  
Escuela Técnica Superior de Ingenieros  
Informáticos UNED  
Sección Española del IEEE  
Departamento de Ingeniería Eléctrica,  
Electrónica y de Control (DIEEC) UNED  
IEEE Women In Engineering (WIE)

### AGRADECIMIENTO ESPECIAL

Agradecemos a nuestro Catedrático de Tecnología Electrónica y Profesor Consejero de la Rama, Manuel Castro, todo el tiempo y la dedicación que nos presta, así como, el habernos dado la posibilidad de colaborar con el Capítulo Español de la Sociedad de Educación del IEEE para la elaboración del mismo.

Agradecemos a todos los autores, y a aquellos que han colaborado para hacer posible este Boletín Electrónico.

**BOLETÍN DESARROLLADO EN COLABORACIÓN CON EL CAPÍTULO  
ESPAÑOL DE LA SOCIEDAD DE EDUCACIÓN DEL IEEE**



# Junta Directiva 2009-2010



**Elio San Cristóbal.** Nuevo Presidente de la rama de estudiantes IEEE-UNED. Ingeniero Informático y estudiante de doctorado en el DIEEC. Actualmente trabaja en el Departamento de Ingeniería Eléctrica, Electrónica, y Control en proyectos de investigación. [elio@ieec.uned.es](mailto:elio@ieec.uned.es)



**Germán Carro.** Vicepresidente de la Rama de Estudiantes del IEEE-UNED. Estudiante de Ingeniería Técnica en Informática de Sistemas por la UNED. En años anteriores ha colaborado con la Junta Directiva como Coordinador de Actividades Generales. [germancf@ieee.org](mailto:germancf@ieee.org)



**Rosario Gil.** Secretaria y Tesorera de la Rama de Estudiantes del IEEE-UNED. Coordinadora de Woman In Engineering. Ingeniera de Telecomunicaciones, actualmente trabaja como Becaria de Investigación en el DIEEC. [rgil@ieec.uned.es](mailto:rgil@ieec.uned.es)



**Gloria Murillo.** Coordinadora del Comité del Boletín Electrónico. Ingeniero Técnico en Telecomunicaciones, y estudiante de Ingeniería Industrial por la UNED. [lorycordero151@hotmail.com](mailto:lorycordero151@hotmail.com)



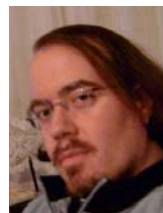
**Ramón Carrasco.** Coordinador de Actividades Generales. Licenciado en Ciencias Física, especialidad Electrónica. Director de Colegio Karbo de la Coruña centro de Educación Infantil, Primaria y Formación Profesional de Grado Medio y Superior. [moncho@warningcorp.com](mailto:moncho@warningcorp.com)



**Guillermo Lafuente.** Coordinador de Actividades Generales. Ingeniero Técnico en informática de sistemas por la UNED. También estoy haciendo la certificación CCNA de Cisco Systems. [guiye1984@hotmail.com](mailto:guiye1984@hotmail.com)



**Igor Chávez.** Coordinador del Grupo de Robótica. Técnico en Electrónica en la National Schools. Actualmente alumno de Ingeniería T. Industrial especialidad Electrónica Industrial de la UNED. [igorchavez@ieee.org](mailto:igorchavez@ieee.org)



**Carlos Conde.** Estudiante de Ingeniería Técnica en Informática de Sistemas por la UNED. Miembro de la Rama Estudiantil del IEEE-UNED y Coordinador del Grupo de Robótica del mismo. [carlosch@mundo-r.com](mailto:carlosch@mundo-r.com)



**Rubén Alonso Paredero.** Coordinador del Grupo de Robótica. Estudiando 5º de Física. Empecé en la UPV-EHU y continué en la UCM. Trabajo en Barcelona como Técnico Especialista en Robótica, desarrollando el proyecto SEAT-EXEO. [rubenalonso78@hotmail.com](mailto:rubenalonso78@hotmail.com)



**José Antonio Cámara.** Coordinador Grupo de Control de Procesos. Ingeniero T. industrial, especialidad en electrónica industrial en la universidad de Alcalá, estudiante de ingeniería electrónica (UAH) e ingeniería industrial (UNED), he trabajado en diversos sectores, telecomunicación, automóvil, aerogeneradores y materiales. [jcm92251@alu.uah.es](mailto:jcm92251@alu.uah.es)



**Alberto Dopico.** Coordinador Grupo de Software Libre. Estudiante de Ingeniería Técnica Industrial Electrónica en la UNED. [alberto.dopico@ieee.org](mailto:alberto.dopico@ieee.org)



**Pablo Calviño.** Coordinador Grupo Diseño Web. Experto en desarrollo web y arquitectura de la información. Técnico Superior en Informática de Gestión y estudiante de Ingeniería de Sistemas por la UNED. Miembro del IAI (Information Architecture Institute). [kemosade@gmail.com](mailto:kemosade@gmail.com)



**Alicia Sánchez Ferro.** Coordinadora de Socios y Bienvenida. Ingeniera técnica en Informática de Sistemas por la UNED. Actualmente, estudiando Ingeniería Informática y trabajando como operadora de sistemas.

[alsanchez@ieee.org](mailto:alsanchez@ieee.org)



**Sergio Martín Gutiérrez.** Anterior presidente de la Rama. Actual Coordinador de Publicaciones y del Boletín Electrónico. Ingeniero Informático. Estudiante de doctorado en el DIEEC en temas de Computación Ubicua, Entornos Inteligentes y Aprendizaje con Dispositivos Móviles.

[sergio.martin@ieee.org](mailto:sergio.martin@ieee.org)



**Manuel Castro.** Profesor Consejero de la Rama de Estudiantes del IEEE-UNED. Catedrático de Tecnología Electrónica. Fellow del IEEE y primer presidente del Capítulo Español de la Sociedad de Educación del IEEE.

[mcastro@ieec.uned.es](mailto:mcastro@ieec.uned.es)



**Eugenio López.** Mentor de la rama de estudiantes IEEE-UNED, y antiguo presidente de la rama de Estudiantes del IEEE-UNED. Ingeniero Industrial por ETSII de la UNED, y estudiante de Doctorado en el DIEEC de la Escuela. Actualmente trabaja en Niedax Kleinhuis.

[elopez@ieec.uned.es](mailto:elopez@ieec.uned.es)

# Índice

<a href="#">Últimas Noticias de la Rama de Estudiantes IEEE-UNED</a> .....	Germán Carro	6
<a href="#">Presentación IEEE-Terrassa</a> .....	Albert Prieto Núria Girbau	9
<a href="#">Sostenibilidad e Integración de Nuevas Fuentes para nuestro Futuro Energético</a> .....	Manuel Castro	11
<a href="#">Darwin: Del convencional al SMD</a> .....	Alicia Sánchez	21
<a href="#">Motor de Reluctancia Variable (VRM)</a> .....	Mohamed Tawfik	24
<a href="#">English Zone</a> .....	Gloria Murillo	31



# Últimas Noticias de la Rama de Estudiantes

## IEEE-UNED

Germán Carro

Vicepresidente Rama de Estudiantes IEEE-UNED  
 Universidad Nacional de Educación a Distancia  
 A Coruña, España  
[germancf@ieee.org](mailto:germancf@ieee.org)

### I. PROYECTO SSETI

La crisis económica también ha pasado factura a nuestro proyecto. Pero la solución para evitar males mayores ha sido la flexibilidad. Me viene a la mente la sentencia oriental "...ser flexible como el junco para resistir como él la acometida de los peores vientos y volver a recuperar la forma cuando éstos hayan pasado...", y esa flexibilidad es lo que nos está ayudando a encauzar el proyecto de nuevo.

La historia se tuerce cuando terminamos de diseñar el proyecto en papel y Marco (el Director General del mismo) tiene que buscar financiación para llevarlo a cabo. En este momento surgen los problemas financieros; es difícil encontrar empresas o instituciones que aporten capital para comenzar la fabricación; y personales; el propio Marco termina su tesis y encuentra trabajo dejando de lado el proyecto y a todos los que estábamos implicados en él. Por sí mismo decide 'congelar' el proyecto indefinidamente.

En ese momento a través de varios encuentro vía chat, los que estamos interesados en relanzar el proyecto y 'descongelarlo' empezamos a presionar para que alguien releve a Marco y retome la marcha del mismo. Finalmente en el mes de Noviembre lo conseguimos. Daniele toma el relevo de Marco y se pone en contacto con la Agencia Espacial Italiana, allí entabla contacto con Vincenzo; ingeniero de la misma Agencia; que lleva trabajando varios años en otros proyectos del SSETI como el ESEO. A partir de ese momento Vincenzo se ofrece como Coordinador del Proyecto y se inician las conversaciones que derivarán en la 'descongelación' del mismo.

La nueva idea, asentada en el último chat del 3 de Diciembre, es transformar el proyecto inicial en un nuevo proyecto: un Propagador Orbital. Para ello los equipos debemos reestructurarnos y modificar nuestra vía inicial de trabajo para escoger un nuevo camino de colaboración. Entre todas las opciones ofrecidas, nuestro equipo se decanta por gestionar la Codificación en C que requerirá implementar todo el software de este nuevo proyecto.

Nuestra misión a partir de ahora será; en base a los datos que los otros equipos nos proporcionarán; entre ellos el algoritmo adecuado para la nuevo misión; implementar y codificar en lenguaje C todo el software necesario para que los

sensores transmitan la información coherentemente y el satélite reciba las órdenes adecuadas para funcionar de manera correcta en cada caso.

La ventaja en este caso es que el software se va a diseñar para un satélite que ya existe y que ha sido construido a raíz del proyecto ESEO, que contamos con la participación directa como coordinador de una persona implicada directamente en el mismo y que ya está trabajando en el (Vincenzo) y que en principio todo pasa a ser gestionado a nivel financiero (al menos en parte) por la Agencia espacial Italiana.

En breve esperamos tener una nueva sección en la web explicando esta nueva senda del proyecto, mientras tanto seguís teniendo los datos históricos del proyecto en la web:

[http://www.sseti.net/index.php?option=com\\_content&view=category&layout=blog&id=11&Itemid=31](http://www.sseti.net/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=11&Itemid=31)

Lo importante es que hemos recuperado de nuevo la actividad en el proyecto, que ya estamos trabajando en él y teniendo en cuenta que en nuestro equipo tenemos estudiantes de Ingeniería Técnica Informática, Ingeniería Electrónica y Física contamos con los conocimientos de codificación en C necesarios para embarcarnos en esta nueva vertiente del proyecto y nos vemos más profesionalmente implicados en el mismo si cabe.

### II. CONGRESO NACIONAL DE RAMAS (CNR'10) Y "I JORNADAS DE VEHÍCULOS ECOLÓGICOS":

Como muchos de vosotros ya sabéis, nuestra Rama está preparando el Congreso Nacional de Ramas que se celebrará en el 2010. Tenemos ya un dossier en google groups a vuestra disposición, solo enviadme un correo para solicitar acceso y autorizaros.

El mes de Noviembre pasado iniciamos el proyecto de celebración contando con la sección de Terrassa que nos ayudará con la logística y la organización. A lo largo de la reunión decidimos dar la publicidad máxima al evento entre todos nuestros miembros, sobre todo porque cuantas más 'manos' seamos, mejor distribución del trabajo tendremos.

El Congreso se celebrará en la semana del 19 al 24 de Julio de 2010 coincidiendo con el pistoletazo de salida del año Santo Jacobo. El programa de actos, previsto será el siguiente:

- Del 19 al 21 de Julio se realizarán las I Jornadas de Vehículos Ecológicos de Coruña. Durante esos días

se celebrarán varias actividades accesorias que servirán de soporte a la actividad principal que será una Carrera de Vehículos Ecológicos. Estos vehículos realizarán un recorrido de 6 Km. de longitud a lo largo del paseo marítimo de la ciudad y en ella podrán competir vehículos que; cumpliendo unas normas establecidas; se muevan impulsados por energía eléctrica, solar, eólica, mediante agua o hidrógeno, etc... es decir, que utilicen energías alternativas. Durante esas jornadas se realizarán actividades de exhibición relacionadas con estas energías, así como actividades lúdicas para niños como concursos de dibujo, redacción, etc... que se impliquen con éstas energías.

- Del 22 al 24 se celebrará el CNR'10 propiamente dicho, a lo largo del que se realizarán las actividades habituales, aunque esta vez esperamos darles un toque de originalidad 'Made in UNED'.

En todas las jornadas contamos con la colaboración de las Ramas de la Región 9 (Latinoamérica) que llevan años celebrando en Chile actividades similares a nuestras jornadas ecológicas, y en breve esperamos recibir confirmación de las Ramas portuguesas para participar también son sus aportaciones y vehículos.

De la misma forma, nuestra Rama está preparando uno de esos vehículos que están coordinando Pablo Calviño y Alberto Dopico.

Como ya he dicho, os invitamos a todos a participar porque cuantos más seamos arrojando el hombro mejor resultado tendremos. Así que insisto en que me enviéis un correo a la dirección que encabeza esta sección y os pondré al día con toda la información necesaria para que aportéis vuestro granito de arena. Ya estamos preparando varias páginas para este evento, podéis consultarlas en estos enlaces, todavía en construcción:

<http://ieee-uned.org/cnr-2010/>

<http://www.wingedsouls.com/vehiculoseco/>

### III. EXCURSIONES

Como sabéis, recientemente la Rama de Sevilla organizó una excursión a la NASA para la que contaban con nosotros, pero la falta de tiempo para preparar y coordinar los detalles de desplazamiento nos obligó a retrasarlo a otra fecha. La razón es simple, nuestra universidad está distribuida y para coordinar una excursión así debemos hacerlo de la misma forma para garantizar las salidas desde Madrid, Coruña, Terrassa, Zaragoza, o cualquier otro lugar donde haya miembros de nuestra Rama.

Como este mismo problema ha afectado a otras Ramas, estamos preparando una nueva excursión para Marzo o Abril. En breve habilitaremos un formulario para que aquellos interesados os vayáis inscribiendo sin prisa pero sin pausa. Esperamos que los costes sean los mínimos posibles y se vean sufragados por nuestra Rama, pero dependerá del número de personas y de lugares de salida el conocer el precio final (cuantos más seamos mejor).

Así mismo vamos a realizar esta excursión conjuntamente con la Rama de Albacete, con la Rama de Asturias, con la Rama de Zaragoza y previsiblemente con alguna Rama de Portugal. Contamos con la impagable colaboración de la Rama de la UPM y de Jorge Pacheco para ayudarnos a establecer los contactos previos necesarios y que nos enseñen sus 'inventos' en el local que en su universidad han conseguido para su Rama. Evidentemente si se apuntan más Ramas al evento pues mejor que mejor.

Podéis desde ahora enviarnos solicitudes por si Marzo es preferible a Abril o viceversa para vosotros. Si no recibimos sugerencias nosotros mismos pondremos las fechas.

La visita será a la NASA, y al INTA, de esa manera aprovecharemos el tiempo en Madrid. También os adelanto que la idea es ir un fin de semana para que el coste del transporte y traslado posterior sea más rentable y le podamos sacar un mayor partido con independencia de la zona desde la que se fleten los autobuses. Os mantendremos informados próximamente.

### IV. CANALES DEL IEEE

En el Boletín anterior estuvimos hablando de los webinaros del IEEE, en este nuevo Boletín he querido acercaros a los Canales Temáticos del IEEE. En esta página web del servicio Tech Alert del IEEE: <http://newsmanager.commpartners.com/ieeesta/issues/2009-12-10-email.html> podéis encontrar en la columna de la derecha lo que ellos denominan IEEE Spectrum Channels, en ellos veréis de manera temática las noticias más importantes de la actualidad de cada uno de ellos. Como a mí me interesa la robótica os he traído el enlace directo a este Canal en concreto: <http://www.spectrum.ieee.org/robotics> es ameno, entretenido y en inglés (lo que nunca está mal para practicar el idioma). No obstante os invito a seleccionar aquel canal que más os guste y que os resulte más interesante académica o profesionalmente. Quién sabe, quizás alguno de vosotros se anime a escribir algún artículo para nuestro Boletín basándose en una de las noticias de esos canales.

### V. CANDIDATURA SBC 2010

Finalmente en este tema solo podemos decir que no hemos sido seleccionados. Esta vez ha sido la Universidad Católica de Lovaina la que ha conseguido llevarse la candidatura para el próximo SBC'10. La ventaja es que varios de los contactos que nosotros establecimos para esta candidatura nos han apoyado para el CNR'10 que estamos organizando, con lo que nuestro trabajo no ha sido en balde. De hecho esa ha sido la razón más importante para organizar en Coruña el CNR'10, aprovechar nuestros contactos previos.

Desde aquí os invito a pasaros por la web de la Rama de Lovaina para que estéis atentos a las novedades referentes al SBC que organizarán el año 2010 y por supuesto os invito a acudir allí porque lo recomiendo como experiencia intercultural y social. Un Congreso de Ramas de la Región 8 cuenta con asistencia europea, africana, rusa, árabe, etc... y

realmente es una experiencia inolvidable. Éste es el enlace a su página:

[http://homes.esat.kuleuven.be/~ieec\\_sb/en/20092010/activities\\_sbc2010.php](http://homes.esat.kuleuven.be/~ieec_sb/en/20092010/activities_sbc2010.php)

#### VI. PRESENTACIÓN AL REGIÓN 8 IEEE PAPER CONTEST 2010:

Finalmente indicaros que en nuestra política de participar en el mayor número de actividades nacionales e internacionales, a iniciativa de nuestro antiguo Presidente y Coordinador actual de Publicaciones Sergio Martín, nuestra Rama ha organizado un concurso para elegir el artículo de los diferentes Boletines publicados hasta la fecha, que han resultado más interesantes para vosotros. Este artículo ha sido votado por todos los miembros de nuestra Rama y será el que se envíe al 2010 Región 8 IEEE Student Paper Contest: [http://ewh.ieee.org/reg/8/sac/cms/index.php?option=com\\_content&view=article&id=86&Itemid=48](http://ewh.ieee.org/reg/8/sac/cms/index.php?option=com_content&view=article&id=86&Itemid=48)

En esta ocasión el agraciado de ese concurso he sido yo y el artículo que habéis elegido ha sido “Criptografía: El poder de lo oculto (I)”. Quiero aprovechar y agradecer a todos los que habéis participado en la votación, el que hayáis considerado mi artículo como el más interesante para que nos represente en el ‘R8 Student Paper Contest’. El artículo ya ha sido enviado debidamente traducido al inglés a la Región 8 y desde aquí os informaremos de la evolución de los resultados.

Os animo a que escribáis vuestros propios artículos y a que participéis en las votaciones de los concursos que esperamos ir repitiendo anualmente en esta línea.

Y una vez más gracias a todos los que colaboráis en nuestro Boletín, ya sea escribiendo en él o leyéndolo periódicamente, y por supuesto ¡Participad, participad y... participad!

#### VII. PRESENTACIÓN Y PARTICIPACIÓN DE NUESTRA RAMA EN VARIOS CONGRESOS INTERNACIONALES:

Durante estos meses hemos tenido la ocasión de participar en varios eventos a los que hemos enviado sendas ponencias. A continuación pasamos a comentarlos:

1.- Envío, aceptación y presentación del ‘paper’: “*El papel de las Sociedades de Ingeniería en el nuevo Espacio Europeo de Educación Superior*” en el pasado Congreso del INECE’09 ([http://innovacioneducativa.upm.es/inece\\_09/](http://innovacioneducativa.upm.es/inece_09/)) del 24 al 26 del pasado mes de Noviembre de 2009. La presentación corrió a cargo de Alicia Sánchez (Coordinadora de Miembros) en representación de nuestra Rama. Queremos agradecer desde aquí a Alicia su exitosa presentación.

2.- Envío del ‘paper’: “*Engineering societies as a vehicle tool for engineering students*” para el Congreso EDUCON 2010 (<http://www.educon-conference.org/educon2010/index.htm>) que se celebrará del 14 al 16 de Abril del 2010.

Gracias, también, a todos aquellos miembros de nuestra Rama que han colaborado en la preparación y traducción de los citados ‘paper’. Una vez más se demuestra que el trabajo en equipo es favorablemente productivo siempre que exista una buena coordinación a pesar de la distancia implícita en la UNED.

#### VIII. TRABAJO DE LOS DISTINTOS GRUPOS ACTIVOS DE NUESTRA RAMA:

No hemos querido terminar esta breve reseña de noticias sin destacar el exhaustivo trabajo que están llevando a cabo los diferentes grupos activos que ya tenemos en nuestra Rama.

**-Grupo de Terrassa:** Alabar una vez más el trabajo realizado por Nuria Girbaú y Albert Prieto que desde el año pasado están soportando la carga de trabajo que conlleva motivar e incentivar a nuevos miembros, explicarles el funcionamiento de nuestra Rama y realizar con ellos nuevos proyectos en colaboración con otras instituciones como Centros Formativos, Ayuntamientos, empresas, todo ello buscando y recibiendo en todo momento el apoyo del Centro Asociado de Terrassa. Esperamos ansiosos vuestros próximos informes y os animamos a seguir en esa línea con vuestros Talleres, excursiones, actividades y colaboraciones. Gracias una vez más por demostrar, junto con el Grupo de Coruña, que la colaboración no está reñida con la distancia y que los proyectos conjuntos no tienen barreras geográficas.

**-Grupo de Madrid:** Queremos romper una lanza por el trabajo y participación que Alicia Sánchez, Charo Gil, Elio Sancristóbal, y Mohamed Tawfik están haciendo revitalizando nuestra Rama en la Sede Central y haciéndola cada vez más conocida entre los estudiantes, incrementando así el número de miembros para realizar y disfrutar de nuestras actividades. Pero sobre todo dándonos a conocer dentro de la propia UNED y sus Departamentos, así como en la Universidades cercanas a nuestro Campus, concretamente la UPM y la UCM.

**-Grupo de Coruña:** Agradecer que no decaiga la motivación con la que hace ya unos años se gestó este Grupo y pedirles que nos sigan metiendo en proyectos y actividades, que nos sigan agobiando con sus sugerencias y nuevas ideas y que continúen con esa vitalidad que nos arrastra a todos los demás (a mí el primero). Ramón Carrasco (Coordinador de Actividades) es el principal culpable de ello, pero Alberto Dopico, Pablo Calviño, Abel Castosa, Rafael Ferreiro, Carlos Conde y muchos más están siempre presentes en nuestras actividades, y en especial Guillermo Lafuente, que desde Londres sigue apoyándonos y participando en aquello en lo que puede sin quejarse.

**-Grupo de Zaragoza:** Queremos ofrecerle todo nuestro apoyo, animarle a unirse a nosotros y activar desde aquí sus actividades para que en breve nos bombardeen con sugerencias e ideas. Un saludo muy fuerte a Manuel Blázquez que desde el primer momento se ha volcado en este objetivo.

Como veis este Boletín ha venido repleto de noticias, quizás por ser el más cercano a la Navidad también por eso queremos aprovechar y, desde el equipo editorial, deseáros unas Felices Fiestas y un Próspero Año 2010. ¡Muchas Gracias a todos y nos vemos en el próximo Boletín!



# Presentación IEEE-UNED Terrassa

Albert Prieto

Ingeniero Técnico industrial especialidad Mecánica  
 Master mecatrónica UPC  
 Estudiante Ciencias Matemáticas  
 MACSA ID S.A (I+D Print & Apply)  
[a.prieto@ieee-uned.org](mailto:a.prieto@ieee-uned.org)

Nuria Girbau

Estudiante de Ciencias Matemáticas y Ciencias Físicas  
 FLUID CONSULTING S.L. ( Dir. de calidad )  
[n.girbau@ieee-uned.org](mailto:n.girbau@ieee-uned.org)

**Abstract-**El grupo IEEE-UNED en la sede de Terrassa inicia sus actividades en abril de 2009. A partir de este momento, se definen objetivos y se organiza para empezar sus actividades. Seguidamente, querríamos haceros conocedores y partícipes de nuestra experiencia mediante la exposición de una breve biografía del grupo, así como nuestras perspectivas futuras de consolidación.

## I. CREACIÓN Y EVOLUCIÓN DEL GRUPO

Rubén Alonso, estudiante de Ciencias Físicas, convoca un taller de robótica los días 21 y 24 de abril de 2009 para presentar el grupo y generar adeptos. En este interesante e introductorio taller se construyeron robots del tipo boe-bot y se hicieron varios ejercicios de programación del software.

Participaron en esta actividad 20 personas de las cuales 6 siguen activamente. Pasados los exámenes de Junio decidimos reiniciar nuestros encuentros para empezar a dar forma a todas nuestras expectativas y establecer una estrategia conjunta del grupo.

Por las características de disponibilidad de los miembros activos, el teletrabajo es un elemento primordial entre nosotros. Así pues, durante los primeros momentos, decidimos crear una plataforma de comunicación clara para fomentar nuestra presencia en algunos medios de comunicación electrónicos al tiempo que facilitan nuestra interacción. Para ello, creamos el IEEE-UNED Terrassa en facebook, youtube, flickr y wordpress.

Han sido, también, fundamentales y muy favorables los medios facilitados por la rama del IEEE-UNED de España a través de los correos electrónicos con la extensión ieee-uned.es para los miembros activos del grupo.

Establecidos los elementos de soporte, se inicia el trabajo en el campo de la robótica con la finalidad de estrenarnos en la Campus-Party de Valencia para establecer un primer contacto en concursos.

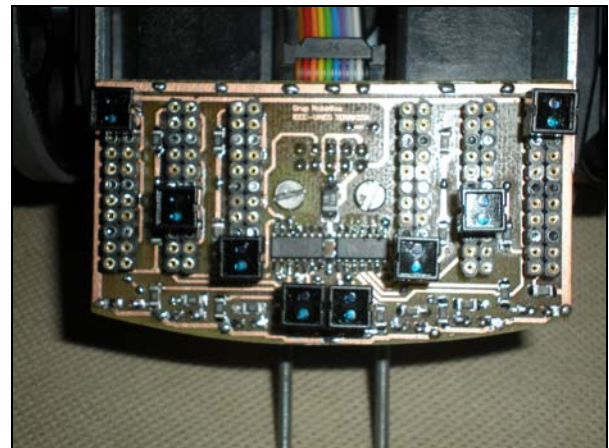


Figura 1. Placa detección de líneas.

Decidimos presentarnos a la prueba de robots seguidores de líneas. Para ello, aprovechamos un robot boe-bot añadiendo una placa con más sensores para obtener mayor sensibilidad (Figuras 1 y 2).

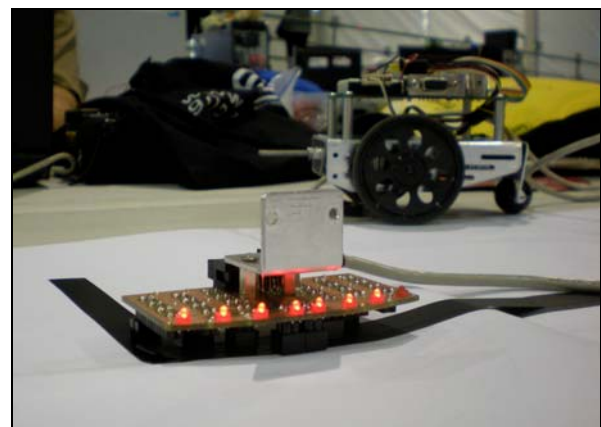


Figura 2. Placa de sensores activados

Entre nuestro híbrido, y la participación en el software de miembros del grupo de Galicia, conjuntamente, conseguimos el tercer premio dando fin a nuestro primer curso en funcionamiento.

## II. OBJETIVOS CURSO 2009/10

En este apartado exponemos las líneas de trabajo que se han determinado para llevar a cabo durante este curso.

### A. *Inteligencia Artificial*

Debido al especial interés de algunos miembros en este apasionante mundo, hemos decidido poner al día y al mismo nivel los conocimientos de todos los involucrados.

En el portal aLF hemos colgado una serie de documentos referentes a conocimientos previos necesarios para trabajar en el tema.

Los archivos hacen referencia a:

- Probabilidad y Estadística.
- Programación en LISP.
  - <http://clisp.cons.org/>
- Lógica computacional.
- Visión artificial.
- Redes neuronales.

Iremos completando la información a medida que avancemos en su estudio.

Se ha creado un grupo que se reúne periódicamente para plantear dudas, y hacer ejercicios conjuntamente. De este modo, todos seguimos un ritmo parejo.

Enfocándolo al curso que viene, tenemos en mente realizar talleres de periodicidad anual incluyendo toda esta temática para quienes deseen iniciarse en el tema y quizás contribuir en los proyectos que se puedan plantear en el futuro.

Una de nuestras mayores motivaciones en esta sección, se refiere a que estamos pendientes de la posibilidad de trabajar con el área de biología y concretamente de ecosistemas en colaboración con la UAB (Universidad Autónoma de Barcelona) para realizar simulaciones de sistemas. De momento, seguimos formándonos.

### B. *Linux*

El núcleo de Linux es un tema que genera mucho interés en el grupo. Por el momento, aprovechamos la información facilitada en el portal aLF.

De cara al futuro, planteamos la posibilidad de hacer un curso de introducción a Linux para todos aquellos que necesiten empezar de cero.

### C. *Robótica*

Partiendo de nuestra experiencia en la Campus-Party han surgido los cambios que se necesita nuestro robot tanto en hardware como en software y que por tanto, son los motores de nuestro trabajo en este ámbito.

Nuestra motivación para ello es presentarnos a las distintas pruebas programadas que se proponen a lo largo de este curso académico por universidades e instituciones varias.

De momento, queremos perfeccionar el robot para competir en las pruebas de 'seguidores de líneas' con la posibilidad de estrenarnos en otras categorías (robotrackers, etc.).

Asimismo, aprovechando los posibles conocimientos adquiridos de Linux, también se ha propuesto en un futuro, entrar en el mundo de los robots Arduino basados en sistema operativo Linux.

El estudio de la robótica se está extendiendo entre los alumnos de Educación Secundaria y es por esto que nos planteamos la opción de impartir cursos de robótica adaptados a las necesidades en cada nivel. El objeto es atraer participantes en futuros eventos/ concursos que podamos organizar.

## III. TRABAJO CONJUNTO CON OTRAS RAMAS

Se trabaja conjuntamente con el grupo de Galicia para el próximo CNR 10. El grupo de Terrassa puede ayudar en temas de Secretaria.

Gracias a los demás grupos, algunos miembros de Terrassa participaron en el viaje a Madrid a las instalaciones de la NASA.

## IV. PRESPECTIVAS DE CRECIMIENTO

Ampliando las áreas de trabajo, esperamos atraer nuevos miembros a nuestro grupo a través de circulares, presentaciones y talleres.

Estamos negociando con el centro asociado UNED-Terrassa para obtener un aula fija de trabajo para que los miembros puedan hacer uso de la misma, así como, obtener acceso a distintos laboratorios para hacer pruebas.

## V. AGRADECIMIENTOS

Ante todo, quisiéramos agradecer profundamente a todos aquellos que han facilitado nuestra integración en la asociación. Por su compromiso, diligencia y predisposición, gracias.

Para que sirva de primera toma de contacto con todos los grupos de España. ¡Un cordial saludo desde Terrassa!

# Sostenibilidad e Integración de Nuevas Fuentes para nuestro Futuro Energético

Artículo tomado de la Conferencia Invitada del Acto de Apertura de Curso 2009/10 del Centro Asociado de la UNED en Pontevedra en Octubre de 2009

Manuel Castro

Catedrático Tecnología Electrónica y Profesor Consejero de la Rama de Estudiantes IEEE de la UNED  
 Dep.de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Control  
 UNED  
 mcastro@ieec.uned.es

**Abstract—** Este artículo establece 5 líneas argumentales o acciones para que entendamos el momento actual en el desarrollo energético así como que debemos conocer y que podemos hacer en cada acción: Energía - uso en confort; Cambio climático – Impacto; Energías renovables – Aportaciones; Ahorro energético y transporte – Hábitos; y Globalización - Sentimiento local. Tanto este artículo como la presentación realizada en el Centro Asociado de la UNED en Pontevedra tienen como objetivo avanzar en la diseminación de los principios básicos de la Sostenibilidad y su aplicación a la vida cotidiana con una visión ética y calmada de la evolución de la gestión energética dentro de nuestra Sociedad actual.

**Keywords:** sostenibilidad; cambio climático; energías renovables; ahorro energético, globalización

## I. INTRODUCCIÓN

La búsqueda y el control de la energía ha sido durante la historia de la humanidad una de las actividades que ha caracterizado al ser humano en su evolución. Esta energía ha provenido durante nuestra historia de diversas fuentes, desde la puramente animal (humana o de otros animales) hasta la producida por diversas tecnologías y el aprovechamiento del entorno, como ha sido la madera, el carbón, o más recientemente el petróleo o la energía atómica.

Pero igualmente, una de las características del uso de la energía ha sido su diversificación, así se ha aprovechado el viento, el agua o el sol, y ese uso mayor de las fuentes que nos rodean debe ser una de las líneas de actuación de nuestro futuro. Ese uso nos puede llevar al concepto de la sostenibilidad, como un conjunto de valores, que se basa en la responsabilidad medioambiental, y el desarrollo sostenible, “que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades”.

Esta lección inaugural de hoy pretende establecer 5 líneas argumentales o acciones para que entendamos el momento actual en el desarrollo energético así como que debemos conocer y que podemos hacer en cada acción.

1. Energía. Uso en confort

2. Cambio climático. Impacto

3. Energías renovables. Aportaciones

4. Ahorro energético y transporte. Hábitos

5. Globalización. Sentimiento local.

## II. ENERGÍA. USO EN CONFORT

La evolución histórica y el confort (entendido como la necesidad humana de tener un mayor bienestar y comodidades; o la capacidad de vivir en unas condiciones mejores) han estado siempre ligadas al uso de la energía; la energía al producirse el trabajo permite obtener unas condiciones alteradas del medio ambiente que permiten alcanzar ese confort.

La energía en sentido del confort, es la capacidad que tiene un sistema o elemento, de producir transformaciones (en sí mismo, en su estado, o en otros cuerpos o sistemas exteriores).

Así, la energía que existe en la gasolina comercial es la capacidad que tiene este componente (la gasolina, un derivado del petróleo para que su uso – o transformación – sea más eficiente), de poder ser usado, por ejemplo, en un automóvil, pudiendo realizar la transformación del movimiento del mismo y su contenido. Así, con un litro de gasolina, se puede mover, durante unos 20 kilómetros, un moderno Seat Ibiza de 5 puertas que pesa 1.000 kg vacío, con dos ocupantes (suponiendo un consumo en este caso de 5 litros a los 100 kilómetros), en un recorrido extraurbano.

Esa energía se transforma en trabajo mediante la transformación térmica en el motor de combustión del automóvil, y mediante la posterior transformación mecánica, puede impulsar el vehículo. Y además, permite cargar con su transformación eléctrica una batería, y con ello usarla posteriormente en iluminación en las luces o en frío, mediante el uso del aire acondicionado.

Este proceso de conversión de la energía es una de las cualidades principales en la historia de la humanidad, donde se va adaptando el uso de la energía y la propia tecnología a las necesidades de cada momento, y a los recursos existentes.

Otra de las características de las fuentes energéticas es el desigual reparto de los recursos energéticos (hay zonas geográficas con mucha agua, o viento, o radiación solar, otras con poca; al igual que hay muchas zonas con muchos recursos naturales como petróleo, uranio, o carbón, y otras sin ninguno), así como también la desigual distribución de su capacidad energética o de sus características físicas.

El consumo energético mundial se ha elevado durante la historia reciente por tres razones fundamentales:

1. El aumento del confort (mayor bienestar, lo que precisa un mayor consumo energético para su realización) entre una parte considerable de la población. El consumo en Norteamérica (seguido de los Emiratos Árabes) por habitante está actualmente en las 9 toneladas equivalentes de petróleo (1 tonelada equivalente de petróleo son algo más de 7 barriles de petróleo, algo menos de 1200 litros de petróleo, o unos 1.000 m<sup>3</sup> de gas natural), España está en unos 3 Tep y los países africanos en algo más de 0,5 Tep. La media mundial es menor a los 2 Tep. De forma aproximada, el 70% de la energía mundial es consumida por el 30% de la población. Si a esto se suman otros problemas de acceso a recursos básicos, como el agua (solo el 3% del agua existente es dulce, y menos del 1% es potable), se puede estimar la magnitud del problema del reparto geográfico existente. Hemos tenido suerte de nacer y vivir en nuestro país.
2. La mayor comunicación y transmisión de la información existente y el aumento del comercio global (entre otras causas por la distribución geográfica existente de los recursos energéticos). Internet y las comunicaciones (satélites) han dado un paso de gigante en el conocimiento mundial. Y en la posibilidad de acceder a este conocimiento desde cualquier lugar. El comercio mundial se ha acelerado y las relaciones (personales y empresariales) han crecido exponencialmente, aumentando las migraciones y el flujo comercial y de turismo a lo largo del planeta. Se puede resumir de forma aproximada el reparto de los recursos energéticos como:

- Uranio natural: Australia (30%), Kazakhsan (25%), Canadá, Estados Unidos, Brasil, Suráfrica o Namibia (menos de un 10% cada uno). Su duración prevista es para unos 30 años al precio actual (40\$/kg), pudiendo llegar a los 100 años según el precio.
- Carbón: Estados Unidos (30%), Rusia (20%), China (15%), Ucrania, India, Sudáfrica o Australia (menos de un 10% cada uno). Su duración prevista es para unos 150 años, aunque se prevé que sea menor dado su mayor uso y explotación. El precio es muy variable al ser muy variable su contenido energético (50 \$/T).

- Petróleo: Los países de Asia próxima y media, como Arabia Saudita (casi un 25%), Irak, Irán, Kuwait y Emiratos Árabes (acumulan casi el 45% de las reservas existentes), mientras que Venezuela, Rusia, Estados Unidos y la Unión Europea (principalmente Inglaterra) acumulan el 25%. Sin embargo, al ser un recurso energético estratégico, hay dudas sobre estas cifras reales, así como los acuerdos comerciales y políticos para su reparto. Su duración prevista es para unos 50 años, aunque se prevé que sea mayor dada las reservas existentes para precios superiores. El precio es muy variable debido a tensiones geopolíticas, siendo actualmente de unos 70 \$/barril (unos 160 litros).
- Gas natural: Rusia (algo menos del 25%), Irán y Arabia Saudita (algo más de un 15% cada uno), Siria, Estados Unidos, Emiratos Árabes, Argelia o Venezuela (sobre un 5% cada uno). Su duración prevista es para unos 60 años al precio actual (unos 5\$/25 m<sup>3</sup>, o unos 200 \$/Tep, aproximadamente, con variaciones muy fuertes por los mismos temas geopolíticos - aunque distintos países implicados - que el petróleo).
- Biomasa: Más del 90% de la reserva forestal del planeta se encuentra en las grandes selvas y bosques. Cada vez se está produciendo un aprovechamiento mayor de ella, bien de zonas con cultivos adaptados a su aprovechamiento, o el aprovechamiento de la biomasa existente en selvas o bosques. Su poder energético es muy variable, dependiendo del cultivo en concreto a utilizar y su aplicación principal.

La distribución temporal estimada en la década de los años ochenta del uso de cada una de estas tecnologías (a partir de la revolución industrial) se puede apreciar en la Figura 1, aunque existe en ellas algunas diferencias con lo ocurrido actualmente, que comentan a continuación.

Se preveía la eliminación del uso de la madera al final del siglo XX, mientras que su uso se ha vuelto a impulsar tanto como biomasa para la obtención de los biocombustibles a principios de esta primera década del nuevo siglo XXI.

La energía nuclear debería estar en auge aún, cuando realmente se encuentra estabilizada o en un pequeño auge, debido a fuertes presiones sociales y políticas.

El petróleo y el gas natural deberían estar llegando a su comienzo de disminución, aunque realmente se mantienen dado su vuelta a los precios bajos y a las tensiones políticas.

Y el aumento de las energías renovables como nueva fuente energética como complemento a las anteriores sí se está produciendo en todo el mundo.

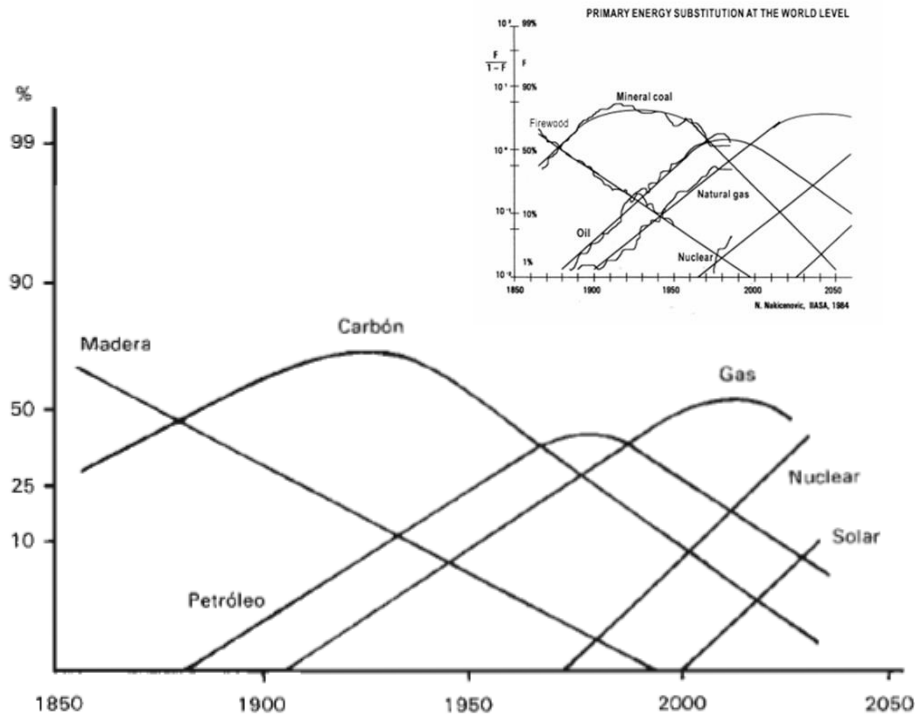


Figura 1. Sustitución de energía primaria prevista en 1984 (IIASA, versión en castellano Castro, 1987).

3. El aumento considerable de la propia población mundial, así como su desigual distribución. Hace un millón de años, en el Paleolítico inferior, había unos 100.000 seres humanos en la Tierra, todos en África. En el Paleolítico medio, hace 300.000 años, había un millón de habitantes, en Eurasia. Hace 10.000 años, al comienzo del Neolítico, había 5 millones de habitantes, repartidos ya por todo el mundo.

Durante el imperio romano, al comienzo de la era cristiana, había unos 200 millones de habitantes en la Tierra, la cuarta parte en el Mediterráneo, y la cuarta parte en China. En el año 1000 había unos 300 millones. La revolución industrial en la segunda parte del siglo XVIII acelera el crecimiento, alcanzándose en el año 1800 los 1.000 millones de habitantes (entrando en una fase exponencial de crecimiento). Entre las grandes guerras mundiales se alcanzaron los 2.000 millones, sobre 1960 los 3.000 millones, en el año 2000 los 6.000 millones, estando previsto llegar a los 7.000 millones de habitantes antes del año 2015 y los 10.000 millones sobre el 2050. En este momento, de los casi 7.000 millones actuales, Asia posee más de 4.000 millones, América y África, casi 1.000 millones cada uno, Europa casi 800 millones y Oceanía las dos terceras partes de España (algo menos de 50 millones de habitantes).

Este problema de la distribución geográfica, además, se agudiza ya que el 25% de la población vive en grandes ciudades (mayores de 1 millón de habitantes),

y la mitad de ella, en ciudades de más de 8 millones de habitantes. Y el 80% de la población vive a menos de 100 kilómetros del mar.

La búsqueda del confort, el aumento y distribución de la población mundial y el reparto de los recursos energéticos mundiales, están elevando el consumo energético mundial a niveles no comparables en la historia.

### III. CAMBIO CLIMÁTICO. IMPACTO

La huella de la humanidad sobre la Tierra es tangible, evidente e inexcusable.

Ésta se puede ver en el entorno biológico, con la desaparición de numerosas especies animales y vegetales, por la presión humana. Se puede ver en el entorno geográfico, con el cambio en el terreno (nuevas zonas de grandes cultivos, ocupación de zonas cercanas a las costas para edificaciones, edificaciones masivas desordenadas en torno a las grandes ciudades, grandes extensiones de terrenos no aptos para el cultivo por agotamiento de sus propiedades minerales o de las reservas acuíferas, extensiones de terreno dedicadas a instalaciones energéticas, como son las grandes centrales eléctricas, los embalses, etc.). O en la creación de nuevos componentes sintéticos con usos industriales que no existían anteriormente y cuyo impacto sobre la población va cambiando su forma de vida.

Incluso el agotamiento de zonas de cultivos, de extracción de mineral o de zonas pesqueras es evidente en diversas zonas del globo terrestre. O el uso de zonas nuevas geográficas para



la instalación de nuevas centrales eléctricas basadas en energías renovables (centrales eólicas en las montañas o en las zonas marinas, centrales solares o huertas fotovoltaicas en zonas de anteriores cultivos, centrales termosolares en zonas habitualmente no utilizables, etc.) todo tiene un impacto sobre nuestro planeta.

¿Hacia dónde vamos? :

- Agotamiento de los recursos naturales. Este es uno de los puntos donde una mayor degradación se está produciendo en los últimos tiempos y donde se debe hacer un esfuerzo de forma integral.

Se define como desarrollo sostenible aquel que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades. La sostenibilidad se entiende por ello como un conjunto de valores en los que se basa la responsabilidad medioambiental.

Se debe por ello reforzar este conjunto de valores en la Sociedad para que la satisfacción de nuestra necesidad de confort se realice según los criterios de sostenibilidad.

Contaminación del medio ambiente. Esta contaminación se realiza en diferentes ámbitos, todos ellos con impacto sobre nuestro entorno.

La contaminación lumínica y energética, son dos de los problemas actuales. El derroche de energía que se devuelve al medio ambiente por las necesidades actuales impacta fuertemente tanto directamente en nuestro entorno (aumento del impacto lumínico nocturno por la iluminación de las grandes ciudades o el uso cada vez más generalizado de equipos electrónicos domésticos con un bajo consumo unitario en estado de espera, pero cuya suma global ya impacta en nuestra factura energética) como en la baja eficiencia energética de los procesos productivos que devuelve al medio ambiente una parte mayoritaria de la energía existente en cualquier transformación.

A estos procesos se une la contaminación por productos químicos procedentes de las transformaciones energéticas, bien en forma de nuevos productos nocivos para el medio ambiente o alguna forma de vida (metales pesados en los alimentos como el pescado, compuestos sintéticos usados como aditivos, etc.), bien en forma de aumento de gases de efecto invernadero o de CO<sub>2</sub> en la atmósfera.

Aumento medio de la temperatura. Los siguientes tres puntos están fuertemente ligados:

1. El aumento medio de la temperatura,
2. el aumento del nivel del mar y,
3. el cambio climático.

Son todas muestras del mismo efecto, el impacto del ser humano sobre la Tierra y el medio ambiente. ¿Cuán fuerte es este impacto y cuán decisivo dentro

de nuestra vida? ¿Su efecto es irreversible o aún estamos a tiempo de poder conciliar nuestra evolución y el consumo energético con el respeto al medio ambiente?

Es muy difícil medir con certeza el aumento de la temperatura dados los ciclos existentes en el desarrollo histórico de la misma. Pero el objetivo debe ser claro, evitar este aumento. Los datos y estudios científicos presentan fuertes variaciones, y no hay un consenso claro en donde estamos, aunque sí debe haber un consenso claro en donde queremos estar: en un mundo donde la calidad de vida y del medio ambiente sean los más apropiados para el desarrollo de la vida humana.

Igualmente no existe un claro consenso en el nivel de impacto de la humanidad y en si este es recuperable o no, pero eso no debe hacer que desviemos la atención en un hecho incuestionable, debemos cambiar de actitud y de mentalidad respecto al medio ambiente.

El aumento de la temperatura (o las variaciones de la misma) producen cambios significativos en las condiciones geográficas de nuestro entorno. Una de las más significativas puede ser el aumento del nivel del mar, pero hay más, como son la disminución de la superficie de hielos en el planeta (polos y glaciares), o las series de fenómenos climatológicos extremos en determinadas zonas geográficas (Caribe o Suroeste asiático) debidos a efectos como las corrientes del niño y de la niña, son efectos visibles de que existen cambios.

Si vamos hacia el calentamiento global, o estamos entrando en un periodo de glaciación, debemos limitar nuestro impacto sobre el medio ambiente.

- Aumento del nivel del mar.

Como efecto del calentamiento existente, se empiezan a ver efectos de aumento del nivel del mar en algunas zonas costeras con baja cota geográfica. Ambos posibles procesos anteriores (calentamiento o entrada en un proceso de glaciación) conducen, en primer lugar, al mismo sitio, a un aumento del nivel del mar. Aunque el resultado a medio plazo será distinto:

- En el primer caso, el calentamiento estaría motivado por los gases de efecto invernadero (como el vapor de agua, el metano y el dióxido de carbono, que producen dentro de la atmósfera una reconcentración del calor que se emitiría al espacio, aumentando la temperatura interior dentro de ella. Otros gases causantes serían también los CFCs, cuyo efecto sobre el ozono (y sus agujeros) en la atmósfera también permiten la entrada, en este caso, de radiaciones exteriores nocivas para la vida en la Tierra.
- La expansión de la humanidad y el avance de ella por toda la Tierra coincidió con el comienzo de la etapa postglacial actual, entre los 10.000 y 8.000

años anteriores. Las últimas glaciaciones anteriores se produjeron (aproximadamente) hace 580.000, 200.000 y la última, hace 80.000 años. Se ha observado que en las etapas previas a las glaciaciones existen fenómenos de calentamiento, con lo que ésta puede ser una de las posibles causas de estos fenómenos actuales.

- Cambio climático. Todo esto nos lleva a un cambio climático (y a un efecto de calentamiento global). La magnitud del mismo y la influencia de la humanidad en el mismo puede ser discutida, pero está claro que nuestro efecto es evidente.

Por ello debemos cambiar nuestra postura y aproximarnos a nuestro entorno desde una nueva posición:

- El respeto al medio ambiente y a la biodiversidad existente. Es el primer paso, asumiendo el problema, y aunando fuerzas internacionales para el mayor conocimiento del mismo y para la búsqueda de alternativas y nuevas soluciones.
- El desarrollo sostenible y la aplicación de los valores de la sostenibilidad.
- La eficiencia energética, es decir, obtener el mismo nivel de confort con un menor consumo.
- Garantizar el desarrollo de todos los países.

Para ello, acciones como el Protocolo de Kyoto (acuerdo intergubernamental que promueve la reducción de los gases de efecto invernadero a las posiciones de los mismos en 1990), el control y la reducción de los componentes contaminantes y los compuestos químicos dañinos (como los CFCs), o la aplicación de la Agenda 21, como propuesta que aborda los problemas acuciantes de hoy a la vez que trata de preparar al mundo para los desafíos del próximo siglo (reflejando un consenso mundial y un compromiso político al nivel más alto sobre el desarrollo y la cooperación en la esfera del medio ambiente, mediante un programa dinámico donde se describen las bases para la acción, los objetivos, las actividades y los medios de ejecución del proceso necesario para llegar a ese desarrollo sostenible. Su aplicación puede ser global, local, escolar, empresarial, particular, por las administraciones públicas, etc.).

Y sin olvidar las campañas de concienciación, y acciones de difusión, como las llevadas a cabo por el Panel Intergubernamental del Cambio Climático (con la repercusión de la obtención del Nobel de la Paz) o los programas de Naciones Unidas.

#### IV. ENERGÍAS RENOVABLES. APORTACIONES

Las energías renovables han pasado en las últimas décadas de ser sistemas pintorescos del aprovechamiento energético "natural" a ser uno de los activos que permiten asomarse al futuro energético del mundo con una visión un poco más confiada.

Sus características principales son:

- cualquier proceso energético que no altere el equilibrio térmico del planeta,

- que no genere residuos irre recuperables,
- que su velocidad de consumo no sea superior a la velocidad de regeneración de la fuente energética y de la materia prima utilizada en el mismo.

Las energías renovables son inagotables, desde el punto de referencia del período de existencia de la humanidad, tengan o no su origen en el Sol. Esa es la gran diferencia con las energías fósiles (basadas en el carbón, el petróleo, el gas natural o la energía nuclear), En un año se consumen combustibles que a la Tierra le costó almacenar un millón de años.

Pero no todo son ventajas en las energías renovables; una de las ventajas principales de las energías fósiles es su bajo precio (siempre con un gran componente político) pero este bajo precio no tiene en cuenta los factores ambientales ni de la sostenibilidad del sistema hacia el futuro.

Otras desventajas de las energías renovables (pensemos sobre todo en las basadas en el viento o en la radiación solar, pero también aplicable a las basadas en las corrientes marinas o las olas o la biomasa) es:

- su estacionalidad (la cantidad de recurso varía en función de la época del año, o de las horas del día o del mes, aunque en general con patrones previsibles en muchos casos),
- su aleatoriedad (la cantidad del recurso puede sufrir variaciones bruscas de un instante a otro, como en el caso de la radiación solar si hay presencia de nubes, o el viento, siempre variable), y,
- su baja densidad energética lo que obliga al uso de extensiones de terreno amplias (como ejemplo, pongamos la radiación solar que se recibe en la Tierra, aproximadamente como máximo 1.000 W/m<sup>2</sup> alrededor del mediodía solar en España – centro y Sur-. Si se usasen paneles fotovoltaicos para aprovechar esta radiación solar de forma eléctrica, y se llenase ese m<sup>2</sup> con ellos, se obtendría en una hora con la máxima radiación en torno a 150 W-h, ese rendimiento es bajo para los usos clásicos industriales de nuestra Sociedad, pero sin embargo es mejor que los rendimientos que suelen existir en la naturaleza, en torno al 3-5%).

Sin embargo, la incorporación de las energías renovables dentro de nuestro "mix energético" nos pone en el camino del desarrollo sostenible, que como se ha definido anteriormente, "satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades".

Hoy por hoy no podemos pensar en un mundo (manteniendo el confort actual) basado únicamente en las energías renovables. Pero la incorporación de forma masiva a los sistemas de aprovechamiento energético pueden permitir mantener ese nivel de confort, con un uso mucho menor de los combustibles fósiles, a la vez que garantizar el crecimiento energético de los países en desarrollo.

De forma general también podemos afirmar que las energías renovables se adaptan muy bien al aprovechamiento de los recursos energéticos de forma local, potenciando el empleo y la tecnología cerca de los puntos de producción y consumo. Veamos algunos ejemplos de los distintos tipos de energías renovables en nuestro día a día:

- La energía solar térmica. Es una de las primeras fuentes de aprovechamiento del calor del Sol, para el calentamiento del agua doméstica o industrial. España ha tenido diversos ciclos y diversas fases de implantación de estos sistemas de calentamiento de agua solar, con diversos problemas. El actual Código Técnico de la Edificación obliga en las nuevas construcciones a un mínimo de incorporación de esta energía solar térmica (en función de la aplicación del edificio y de la zona geográfica). Pero su aprovechamiento en zonas como la nuestra (España y Galicia) podría llegar a reducir el consumo de electricidad o gas para el calentamiento del agua (doméstica, calefacción o piscinas) entre un 50 y un 100% con un coste muy competitivo y un bajo mantenimiento. Y su uso para generar frío promete nuevas aplicaciones en verano.
- La energía solar termoelectrónica. Permite el aprovechamiento de la energía solar térmica en grandes cantidades para la generación de electricidad. España está en una situación de liderazgo en esta tecnología y se prevé un aumento considerable en cuanto la tecnología siga madurando. Potencias instaladas de 500 MW en pocos años pueden dar paso a potencias mayores en una par de décadas.
- La energía solar fotovoltaica. Permite el aprovechamiento directo como electricidad a partir de la radiación solar mediante módulos fotovoltaicos basados en su mayoría en Silicio. Ha tenido una fuerte expansión en España (y en otros países como Alemania o Estados Unidos) pero siempre ligada a los conceptos de subvenciones o primas en su producción, por sus costes elevados. En este momento la política actual energética ha parado la fuerte implantación de sistemas en España (hemos superado ampliamente los 3.000 MW instalados) produciendo una gran inestabilidad en el sector y la destrucción de empleo. Sin embargo, se espera una reestructuración del mismo, movido principalmente por la exportación y el reajuste del sector, junto a un crecimiento "estable" del mismo.
- La energía eólica. Es una de las energías renovables que están ya fuertemente implantadas en nuestro sistema de generación de electricidad, con más de 17.000 MW instalados, y habiendo alcanzado picos de generación de más de 10.000 MWh (superiores a la máxima generación con energía nuclear). La distribución en España es muy desigual, existiendo problemas geográficos de aumento de instalaciones por problemas de conexión de la energía producida entre las zonas de producción y las de consumo, así como las políticas energéticas de las Comunidades Autónomas

propician un desigual desarrollo. La explotación de los sistemas eólicos marinos abre también puertas a una nueva ampliación de la producción e implantación de este sistema de aprovechamiento de energía.

- La energía mini-hidráulica es una de las más implantadas por el aprovechamiento de las cuencas fluviales, aunque por sus limitaciones de tamaño su impacto global es reducido. Su desarrollo está fuertemente limitado en muchos casos por temas medioambientales y de impacto de las nuevas centrales.
- La biomasa igualmente está muy implantada y empieza a tener un aprovechamiento elevado en algunos sectores, tanto industriales como domésticos. Nuevas formas de aprovechamiento (como el caso de los bioalcoholes o los biocombustibles) tienen en algunos casos problemas dado el cultivo sistemático de especies de forma masiva.
- La energía geotérmica se está desarrollando en las zonas donde existe un recurso elevado, como es el caso de Islandia. Pero también empiezan a desarrollarse sistemas híbridos, como son los sistemas de calefacción solar integrados con sistemas de aprovechamiento de diferencias térmicas en el subsuelo, con ventajas económicas y técnicas apreciables.
- Por último, las energías marinas (olas y corrientes) ya tienen proyectos pilotos y permitirán en un futuro próximo un aprovechamiento energético en zonas costeras o marinas con recursos apreciables.

Estas energías renovables pueden permitir que nuestro sistema pase del escenario energético actual mayoritariamente existente (mostrado en la Figura 2), los criterios de diseño y operación no son los de sostenibilidad del sistema, y donde tanto en la generación como en el consumo primar factores de aprovechamiento rápido y de diseño de grandes sistemas cuyo impacto ambiental y de futuro son dudosamente justificables. Así, el transporte como uno de los grandes problemas de consumo basado en combustibles fósiles y su tratamiento, o la producción de energía eléctrica basada en sistemas como el de las Tres Gargantas en China, son ejemplos de sistemas no respetados con el medio ambiente, presentando problemas de su gestión hacia el futuro.

¿Hacia dónde se puede ir desde esta situación actual? Una de las posibles soluciones es la distribución en la producción energética, acercando la producción al consumo, en base al ahorro energético y a la producción basada en energías renovables. Así, en la

Figura 3 se muestra un posible entorno con esta base de producción distribuida, en la que se aprovechan los recursos existentes en cada entorno para que su impacto sobre el medio ambiente sea menor.

Pero hoy por hoy solo con esta aproximación no es posible el mantener el confort actual al que estamos acostumbrados, con lo que se deberá combinar también una explotación

centralizada de recursos energéticos, basado en una mezcla de todas las fuentes existentes que se puedan explotar de manera rentable y sostenible y su integración en el panorama energético actual. En esta mezcla no se puede prescindir de los sistemas energéticos actuales (nuclear, gas, petróleo, etc.) pero

sí se puede ir aumentando cada vez más la presencia de las nuevas fuentes de energía con un impacto menor en el medio ambiente (algunas como la eólica son ya una realidad en nuestro país, o la fotovoltaica, que ya tiene un porcentaje de participación significativo).

### Sostenibilidad ??????



Figura 2. Escenario energético actual.

La unión de un mejor aprovechamiento de los recursos existentes cerca del consumo y del aprovechamiento también centralizado de los recursos renovables (Figura 4) puede dar lugar a un nuevo entorno de gestión energética más respetuoso y sostenible, con una mayor proyección para el futuro.

fuentes de energía con un impacto menor en el medio ambiente (algunas como la eólica son ya una realidad en nuestro país, o la fotovoltaica, que ya tiene un porcentaje de participación significativo). Pero la unión de un mejor aprovechamiento de los recursos existentes cerca del consumo y del aprovechamiento también centralizado de los recursos renovables (Figura 4) puede dar lugar a un nuevo entorno de gestión energética más respetuoso y sostenible, con una mayor proyección para el futuro.

### Sistema Energético distribuido – producción sostenible >>>>>>



Figura 3. Escenario energético distribuido.

## Sistema Energético centralizado – producción sostenible >>>>>>>



Figura 4. Escenario energético centralizado sostenible.

### V. AHORRO ENERGÉTICO Y TRANSPORTE: HÁBITOS

Los usos mayoritarios de energía de nuestra Sociedad actual se pueden dividir en:

- Transporte
- Industria
- Iluminación
- Doméstico

Utilizando como “vectores energéticos” (productos energéticos que se pueden trasladar donde está el consumo) principalmente la gasolina (o sus derivados) y la electricidad, y se prevé en un futuro próximo la entrada del hidrógeno.

Actualmente de los combustibles fósiles más usados, en primer lugar están los derivados del petróleo (con aproximadamente un 45% del consumo total, siendo el 65% del mismo destinado al transporte), y el carbón (un 35%) y el gas natural (un 20%), ambos principalmente usados para generar electricidad.

El consumo de petróleo mundial previsto para 2009 es de unos 85 Millones de barriles de petróleo, usándose en el transporte algo menos de 55 millones de barriles, repartiéndose en:

- 5 millones en el transporte aéreo,
- 20 millones en el transporte terrestre de mercancías, y

- 30 millones en el transporte terrestre de mercancías.

Actualmente hay más de 800.000.000 de automóviles, pudiéndose alcanzar los 1.000.000.000 en 2010 y triplicarse en el año 2050.

La principal de las vías de control del consumo energético en los países industrializados es el Ahorro energético y, en segundo lugar, el cambio de hábitos en el consumo. La energía que menos contamina, y que se puede utilizar mejor en el futuro, es la que no se utiliza.

El Ahorro energético se puede aplicar desde el propio entorno, hasta los entornos industriales o profesionales. En cada uno de ellos se pueden analizar las acciones a realizar, y ver si el ahorro esperado supera los inconvenientes o medidas a adoptar.

Así, por ejemplo, se puede analizar el caso de la temperatura ambiente a establecer en un hogar o en un entorno profesional. Todos tenemos en la memoria el caso habitual de un domicilio en que debido a la elevada calefacción central existente (y su escasa capacidad de regulación algunas veces), en invierno se abren las ventanas pues el calor interior es exagerado. O en el trabajo, que en verano se reduce demasiado la temperatura mediante el aire acondicionado, y las empleadas pasan frío al llevar un atuendo veraniego ya que los empleados llevan chaqueta y corbata, como en invierno.

En un domicilio particular, de media el consumo de la calefacción es en torno al 40% del consumo de la vivienda, y cada grado más de calor en invierno, supone un 7% de incremento del consumo existente.



Así, el instalar en cada domicilio de una comunidad de vecinos un sistema de control individual, que permita regular cada vivienda según las características de cada una y las necesidades de cada familia, o el regular los entornos laborales con unas temperaturas adecuadas para el confort, y a su vez adecuadas para el ahorro energético (como la reciente medida aprobada en diversas administraciones públicas de regular las temperaturas en invierno a 22 grados centígrados, y 24 en verano).

Igualmente, el mantener en verano el aire acondicionado de los coches muy elevado, cuando luego se van haciendo cambios en los movimientos de dentro del coche a fuera, para luego pasar a edificios. El consumo en los vehículos igualmente aumenta con el nivel de calor o de frío interior.

Estos cambios de hábitos se pueden realizar igualmente en la conducción de los coches. El optar por coches automáticos, cuya conducción más suave tiende un menor nivel de agresividad urbana y un consumo menor. O el uso de coches híbridos, con parte de la energía consumida de origen eléctrico proveniente de los excedentes de energía mientras se usa la gasolina. Y el uso común de un coche por varias personas que coincidan en el desplazamiento diario, permitiendo así un aprovechamiento energético a costa de la organización y coordinación necesarias.

Y evidentemente, el uso óptimo cuando se puede utilizar el transporte público para los desplazamientos diarios.

#### VI. GLOBALIZACIÓN. SENTIMIENTO LOCAL

El fenómeno de la globalización, entendido como la deslocalización de los aspectos económicos y sociales, donde la distancia geográfica, las empresas, la cultura y las relaciones sociales pierden su visión particular por un alcance y visión global, nos ha invadido.

Esta definición incide en la visión negativa del movimiento en sí mismo, debido a su raíz fuertemente mercantilista. Su razón de ser persigue el beneficio máximo en cualquier actividad económica, desplazando partes de la misma a aquellas zonas geográficas donde se pueda obtener el mismo producto o servicio por un precio mejor. Y basándose en el sistema de comunicaciones actual, donde las comunicaciones “virtuales” permiten la simultaneidad de acciones en cualquier punto del planeta (las comunicaciones permiten hoy en día la comunicación instantánea con cualquier sitio del planeta, o realizar una reunión con personas siguiendo en directo dicha reunión igualmente sin que cada uno se mueva de su lugar de trabajo). Y las comunicaciones “físicas” permiten el desplazamiento de cualquier material de una forma rápida y económica entre cualquier punto del globo terráqueo.

Sin embargo, estos dos hechos que producen un efecto, en principio, negativo, también han permitido que en nuestro mundo actual se usen ambos tipos de comunicaciones de una forma mucho más humana, permitiendo igualmente disminuir la distancia y echar abajo las barreras de los países y continentes.

Los movimientos anti-globalización (aparte de posibles influencias a veces aún más mercantilistas esas actitudes o

acciones) son los abanderados que buscan “humanizar” este principio mercantilista, buscando una solución más personal y humana a muchas de las soluciones puramente económicas.

Así, por una parte los propios “promotores” de la globalización se han dado cuenta de los peligros existentes en la misma de pérdida de sus raíces, ya que al desplazar la fabricación (y a veces, el diseño u otras funciones empresariales, como la propia ingeniería o la programación) también han debido desplazar parte de sus recursos humanos, para el control y verificación de los propios procesos empresariales. Eso ha impactado en la siguiente generación de su propio personal, que se ha desplazado pro el mundo siguiendo los lugares deslocalizados, y muchas veces luego “perdiendo” a sus propios hijos que se han afincado en nuevos lugares con nuevas familias.

Las comunicaciones permiten, además, muchas ventajas en la sociedad actual, siempre que su uso sea adecuado (este siempre es el riesgo de la aplicación de las tecnologías en su impacto sobre la sociedad).

Así, los “vuelos de bajo coste” han popularizado el turismo aún más de lo que se había popularizado inclusive ya con la gran cantidad de rutas y vuelos existentes en el último cuarto del siglo XX.

Y las comunicaciones “virtuales” han permitido una mayor comunicación (y mucho más humana) entre las familias cuando se encuentran repartidas en zonas geográficas separadas; así el uso extendido de *Skype* ha permitido, a un coste muy bajo, el uso de la videoconferencia desde cualquier lugar del globo con acceso a Internet y cualquier sitio, bien con Internet o inclusive con un teléfono clásico. Hay que destacar en este caso el gran uso de muchas personas de una edad avanzada en esta “alfabetización digital”.

O las redes sociales y sus comunidades, que han permitido una nueva sociedad paralela dentro de Internet, cuyo buen uso puede abrir fronteras y dar una visión intercultural a nuestra sociedad.

Evidentemente hay aplicaciones hoy en día de estos fenómenos igualmente cuestionables, como son, por ejemplo:

- Los movimientos de mercancías de un punto a otro del planeta teniendo en cuenta solamente los precios puntuales (como el poder poner en el mercado europeo en un momento dado productos agrícolas producidos en el otro extremo del planeta, sin tener en cuenta los efectos secundarios de ese movimiento de mercancías global tienen de impacto en el medio ambiente), o,
- los efectos negativos de las comunicaciones en Internet, y los problemas de seguridad personal existentes, donde sólo se agravan aún más en el anonimato los problemas reales de nuestro mundo actual (estafas, pornografía, juego, etc.).

Está empezando a producirse un movimiento nuevo desde finales del siglo pasado para luchar con estos problemas que presenta la globalización. El movimiento de la “glocalización”, que pretende tener un alcance global en nuestro planeta pero sin perder de vista nuestro entorno local. Así, debemos ser

globales en la visión y aprovechar sus ventajas personales, empresariales, etc., siempre que estas sean reales y estén bien fundadas, pero sabiendo donde nos encontramos, donde nos movemos y cuál es nuestra cultura.

Estos principios siempre han perseguido a muchos pueblos en su avance cultural y humano, como el nuestro, el gallego, que hemos tenido grandes etapas de salir fuera de nuestras fronteras (emigración hacia el resto de España, Europa, América, etc.), siempre con la intención de una integración lo mayor posible en el entorno de recepción, pero manteniendo a su vez la cultura propia, bien como fin último en su vuelta a casa, o como legado cultural hacia las nuevas generaciones.

En la Figura 5 se representa una visión de nuestro planeta desde el punto de vista de las comunicaciones “virtuales”, donde Internet lo centra todo aunque existen islas fuera de él (motivadas principalmente por los principios de seguridad de diversos organismos o países). Internet es la red global que lo cubre y empapa casi todo, a riesgo hoy en día de que si no se está presente en Internet no se existe.

Y Google, como abanderado de las comunicaciones Universales, pero, a su vez, pensando en los diferentes movimientos existentes en nuestro planeta, como el día de la Tierra y su relación con las Energías Renovables.

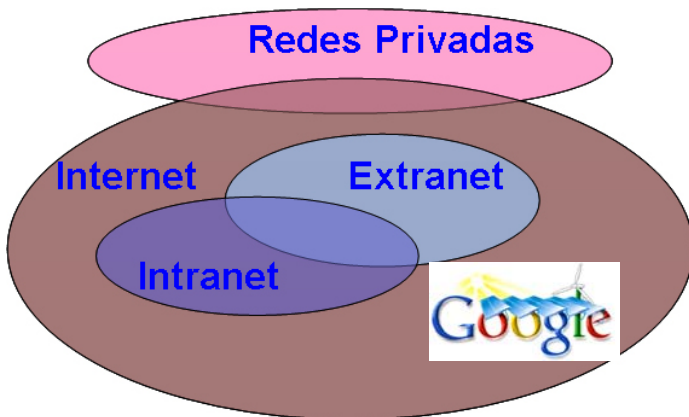


Figura 5. Información existente y visión de la comunicación actual basada en Internet y las redes sociales.

## VII. CONCLUSIONES

Se han expuesto cinco líneas de actuación donde la sostenibilidad y al integración de las nuevas fuentes de energía, basadas en las energías renovables, pueden ayudarnos en reducir el consumo y obtener un medio ambiente más habitable, sin renunciar al nivel de confort al que estamos acostumbrados.

### 1. Energía. Uso en confort

La mejora en el nivel de confort y el aumento de la población mundial que disfruta de él están elevando el consumo energético. Debemos ser conscientes de ello y buscar soluciones que estabilicen esta tendencia, mejorando, al mismo tiempo, el reparto de ese confort entre toda la población.

### 2. Cambio climático. Impacto

El cambio climático y el impacto del desarrollo humano sobre la Tierra son evidentes. Por ello debemos cambiar nuestra postura y aproximarnos a nuestro entorno desde el respeto al medio ambiente y a la biodiversidad existente, desde la aplicación de los valores de la sostenibilidad.

### 3. Energías renovables. Aportaciones

La presencia de las energías renovables en nuestro entorno ya es un hecho. No se puede prescindir hoy en día de los combustibles fósiles, pero sí se puede aumentar la presencia de estas nuevas fuentes de energía que presentan un impacto menor en el medio ambiente.

### 4. Ahorro energético y transporte. Hábitos

Podemos analizar en cada entorno (doméstico, urbano o rural, y profesional) el posible impacto de las medidas de ahorro energético y del cambio en nuestros hábitos. Su uso contribuirá de una forma indudable a mejorar nuestro futuro y el de nuestros descendientes.

### 5. Globalización. Sentimiento local

Debemos aprovechar las grandes ventajas que la tecnología y las comunicaciones nos aportan. Pero los impactos negativos de la globalización se pueden reducir mediante el sentimiento local en el comportamiento habitual.

## AGRADECIMIENTOS

A mis padres y familia, por darme una visión global del mundo donde vivimos y una visión local de nuestra comunidad gallega (aunque sea vista desde Madrid). A mis compañeros del Departamento y amigos de la UNED, por sus años de trabajo y amistad. Y a todos los estudiantes y colaboradores que hemos compartido muchas horas de nuestras vidas, aprendiendo mutuamente. Sobre todo a ser mejores personas.

## REFERENCIAS

- [1] M. Castro y J. Carpio. Energía, globalización y calentamiento global – Un primer paso. Revista Rias Baixas, núm. 5, Febrero de 2009.
- [2] E. Menéndez. Las energías renovables. Un enfoque político-ecológico. Ed. Los Libros de la Catarata, 1997.
- [3] J.A. Carta, R. Calero, A. Colmenar y M. Castro. Centrales de energías renovables. Generación eléctrica con energías renovables. Ed. UNED y Pearson-Prentice Hall, 2009.
- [4] M. Castro. Simulación de centrales de energía solar. Aplicación a la gestión energética. Director: J. Peire. Tesis Doctoral. Premio Extraordinario. UNED, 1988.
- [5] O. Perpiñán. Grandes centrales fotovoltaicas. Producción, seguimiento y ciclo de vida. Director: M. Castro. Tesis Doctoral. Premio Extraordinario. UNED, 2008.
- [6] E. Collado. Escenarios de la integración de la energía solar fotovoltaica en plantas con conexión a la red eléctrica. Herramientas de simulación, análisis y diseño. Director: M. Castro. Tesis Doctoral. UNED, 2009.
- [7] M. Crichton. Estado de miedo. Ed. Plaza y Janes, 2005.
- [8] UBiblioteca. Especial sobre “Energía y desarrollo sostenible”. Consultado 1/10/2009. <http://www.uned.es/biblioteca/energiarenovable3/energia.htm>

# Darwin: Del convencional al SMD

Alicia Sánchez Ferro

Estudiante de Ingeniería Informática  
 Universidad Nacional de Educación a Distancia  
 Madrid, España  
 alsanchez@ieee.org

**Abstract—** La evolución tecnológica está teniendo influencia en el diseño de los Circuitos Impresos. Por ello, se progresa de los dispositivos convencionales a los SMD (Surface Mounted Devices), incrementándose en capacidad, decrementándose en tamaño los Circuitos Impresos (PCB) sobre los que van montados y abaratando los costes de producción, entre otras características.

**Keywords:** *evolución; convencional; SMD; Circuitos Impresos*

## I. INTRODUCCIÓN

Hemos visto a lo largo de la historia una significativa evolución de los componentes insertados en los Circuitos Impresos (o PCB), cuya definición podría ser: ‘un medio para sostener mecánicamente y conectar eléctricamente componentes electrónicos, a través de rutas o pistas de material conductor, grabados en hojas de cobre laminadas sobre un sustrato no conductor’. Un ejemplo se puede observar en la Figura 1:

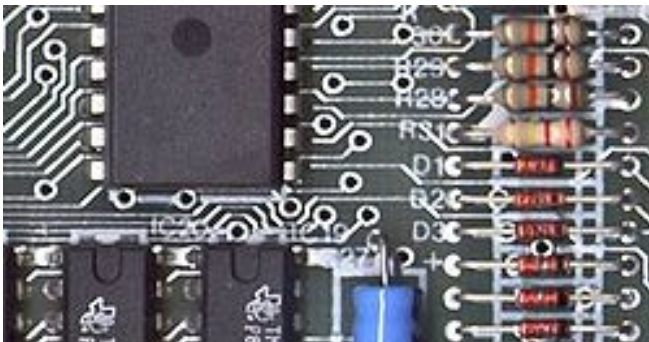


Figura 1. Imagen de un Circuito Impreso.

En general, las evoluciones siguen la teoría de Darwin en la que ‘los seres vivos han evolucionado con el tiempo a partir de un antepasado común mediante un proceso denominado selección natural’.

Se hace referencia a esta teoría debido a que, en la tecnología existe tal evolución temporal, que podremos denominar como selección ‘natural’, tendiendo a sobrevivir los más fuertes (los integrados SMD). En el caso de nuestro artículo, antes en los diseños electrónicos se empleaban generalmente componentes convencionales, cuyos encapsulados y velocidades estaban en concordancia con la tecnología existente en esa época. Lo veremos en los siguientes apartados, pero mostraremos un ejemplo de tal tecnología, teniendo en cuenta que existen (o existían) muchos más encapsulados (Figura 2):



Figura 2. Integrados con encapsulado DIP (Dual In-line Package).

A lo largo de los años y de los cambios tecnológicos, se ha ido incrementando la capacidad de los sistemas digitales y decrementando el tamaño de los Circuitos Impresos. Por ello, tendremos que hablar de los dispositivos SMD (Surface Mounted Devices o Dispositivos de Montaje Superficial), que, como hemos citado antes, siguen la teoría evolutiva de Darwin, considerándolos la evolución de los convencionales. Un ejemplo del montaje del mismo podría ser el mostrado en la figura 3.

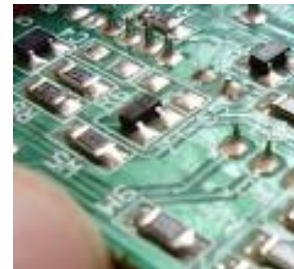


Figura 3. Montaje de integrados SMD

Podemos considerar, tras ver la Figura 3, que los SMD harán referencia tanto a los dispositivos como a los Circuitos Impresos (sin taladros en el mismo), por lo que, asumiremos que es toda una Tecnología. Existen multitud de componentes SMD, tales como resistencias, condensadores, microprocesadores, etc.

## II. HISTORIA Y EVOLUCIÓN DE LOS COMPONENTES

Primeramente, entre finales del siglo XIX e inicios del XX, los dispositivos electrónicos estaban formados por multitud de transistores, condensadores y resistencias interconectados, así

como otros componentes analógicos, lo que dificultaba enormemente su portabilidad e incrementaba su coste. Debido a la tecnología y a los medios disponibles no se pudo realizar mejoras, pero supuso un avance. Podemos considerarlos como los antecesores de los primeros dispositivos, un ejemplo podría ser el uso de tarjetas perforadas en los computadores de esta época.

Sobre la primera mitad del siglo XX, podremos considerar la Primera Generación de ordenadores, los cuales estaban formados por tubos (o válvulas) de vacío, empleándose para ello multitud de piezas, así como innumerables kilogramos de cables. Aunque no llegaban a realizar muchos cálculos numéricos, siguió su evolución. En el caso de los dispositivos aún no podríamos considerar su nacimiento hasta la siguiente etapa. Un ejemplo de este primer computador podría ser el ENIAC, diseñado por Echerk y Mauchly para el cálculo de trayectorias de proyectiles, con 18000 tubos y peso de 30000 kg.

De 1950 a aprox. 1960, tendremos la Segunda Generación de ordenadores, con la sustitución de los tubos de vacío a transistores, supuso más que una evolución una revolución, debido a que hubo un cambio tecnológico más que importante, se puede considerar un cambio drástico. Se introdujeron las unidades de cinta y discos magnéticos, y las lectoras de tarjetas perforadas e impresoras de alta velocidad. Igualmente, aparecieron algunos lenguajes de programación, como COBOL, ALGOL, etc. Un ejemplo podría ser el UNIVAC UCT, instalado en 1959.

La siguiente Generación de ordenadores, en los años 60, supuso otro paso más hacia el actual concepto de computador, caracterizándose por el uso de los circuitos impresos. Surgieron también la multiprogramación y el tiempo compartido. Podemos poner como ejemplo la familia PDP 11 de Digital Equipment Corporation, surgida a finales de los años 60.

La Cuarta Generación (por los años 70) surge debido al nacimiento del llamado ordenador personal (PC), mucho más pequeño que los anteriores y con tecnología algo más reciente. Para situarnos, podremos considerarlo el inicio del precursor de la tecnología actual, surgiendo multitud de ordenadores personales, como puede ser el Spectrum o el IBM PC, presentado en 1981.

La Quinta Generación, y consideraremos la última, es aquella en la que se empezó a utilizarse más ampliamente los SMD. Supondremos que, paulatinamente desde los años 80 hasta la actualidad, hay un uso masivo de los mismos, con lo que los ordenadores 'primitivos' quedarían reducidos sustancialmente. Se aumentó su complejidad, por necesitarse más necesidad de cómputo, por lo que la velocidad de los mismos tendría que ser mucho mayor y su capacidad igualmente.

### III. CARACTERÍSTICAS DEL SMD

Podremos citar varias características de estos integrados:

1. **Reducción de tamaño:** Los integrados SMD son mucho más pequeños que los convencionales, por lo que a la hora de montar Circuitos Impresos con dicha

Tecnología podremos soldar más integrados en el mismo espacio e incluso por ambas caras.

2. **Abaratamiento de costes:** Tal y como se ha visto en el punto anterior, al existir la tendencia del uso de estos integrados (SMD) se ha llegado a abaratar considerablemente, lo que conlleva un aumento de su uso en cualquier aparato eléctrico (en monitores TFT, ordenadores portátiles,...) o a extender su uso en componentes tales como microprocesadores, memorias, etc.
3. **Incremento de velocidad:** A la par que se abaratan los costes y se reduce su tamaño, podremos decir que los microprocesadores diseñados con esta tecnología tienen unos buses con una velocidad mayor. Esto es importante, debido a que la demanda en el mercado actual impone que los equipos tengan un mínimo espacio disponible y una velocidad aceptable (cuanto más rápido mucho mejor).
4. **Herramientas más sofisticadas:** Pondremos este apartado como característica importante debido a que al actualizar a las nuevas tecnologías, también necesitamos actualizar las herramientas de uso. Al igual que originalmente se empleaban soldadores de estaño (se empleaba calor del soldador junto al estaño para soldar los integrados, por ejemplo, el integrado con encapsulado DIP en el Circuito Impreso que vimos en la Figura 2). Actualmente, con el uso de los dispositivos SMD se requieren otras herramientas, como pueden ser estaciones de soldaduras y soldadores especializados en montaje de SMD. Por un lado, esto podría ser una ventaja pero como todo cambio requiere actualización tanto de mano de obra como desembolso monetario por parte del empresario/freelance.
5. **Mayor calidad de fabricación:** A diferencia de lo que ocurría anteriormente, al no tener taladros (menos cobre y menos tamaño) en los Circuitos Impresos, tendremos que es una ventaja con respecto a su montaje. Esto se debe a que podemos emplear maquinaria adaptada (soldadura por ola) a los SMD, quedando el Circuito perfectamente soldado y montado, con una calidad casi idónea. Aunque muchas veces podamos ver en Electrónica que los componentes tienen una soldadura perfecta, no significará en ningún modo que el sistema pueda funcionar correctamente, pero podremos verificar que puede llegar a ello con más garantías. Otra característica importante de los Circuitos SMD es que se debe chequear el mismo (realizado por los propios fabricantes) con el fin de evitar posibles microcortes entre pistas y así, de nuevo, incrementar las posibilidades de tener la máxima calidad.

Estas características, en conjunto, son las más importantes, pero no únicas. Al ser un documento didáctico lo señalaremos únicamente.

#### IV. SMD VS CONVENCIONAL

A lo largo del artículo se está hablando sobre la conveniencia o no de emplear dispositivos SMD. Hemos llegado a que es mejor usar estos últimos, por sus características antes citadas (no todo ventajas). Este apartado tratará de hacer una comparativa de ambas tecnologías:

- Algunas veces, la mayoría, necesitaremos emplear ambas tecnologías, debido a que nuestro diseño electrónico así lo requiera. En general, se tratará de emplear la mínima parte de diseño convencional, como puede ser conectores, bornas (o bornes) y demás integrados. Esto querrá decir que no nos podremos “escapar” de usar esta tecnología, por tenerla aún presente en multitud de diseños, aunque de manera cada vez menor.
- Los componentes más pequeños, en ambas tecnologías, (resistencias, condensadores y demás) requieren mucha más pericia y habilidades manuales en la tecnología SMD que en la anterior. Como hemos escrito antes, debido a que al ser más pequeños se necesitan usar otras herramientas para su sujeción (pinzas especiales, por ejemplo) y las puntas del soldador tienen que ser muy finas, costará más a la persona que lo está montando y será menos confiable, en este sentido. Con la tecnología convencional, este inconveniente no ocurría, por usar sólo el soldador con estaño y generalmente los integrados eran mayores, por lo que era más difícil soldarlos incorrectamente.
- En cuanto a los componentes más grandes, como microprocesadores, memorias y otros, tendremos más espacio disponible en el Circuito Impreso (lo podremos poner en ambas caras), por lo que posiblemente dificulte su montaje en la tecnología SMD e incluso el propio diseño del Circuito, con más pistas en menor espacio. Esto es importante, debido a que a la hora de realizar mantenimiento sobre ellas podremos ver que es mucho más complicado seguir las pistas y utilizar las herramientas de medida que en el convencional. Generalmente, los microprocesadores iban insertados en zócalos, lo que a la hora de cambiarlos era inmediato, pero con los SMD para

cambiarlos hay que desoldarlo (con la herramienta o herramientas adecuadas, un ejemplo podría ser el desoldador con Aire Caliente) y volverlo a soldar, con las desventajas que hemos visto antes. Al tener poco espacio entre pines de los componentes mayores tendremos especial cuidado en limpiar los pines adecuadamente previa resoldadura. Esto requiere pericia y también tiempo, e incluso paciencia.

#### V. CONCLUSIONES

Hemos visto que el uso de las nuevas tecnologías tiene multitud de ventajas, pero no podremos dejar de usar las antiguas (convencionales), debido a que aún hoy muchos fabricantes siguen vendiéndolos por necesidades del mercado componentes convencionales. Por ello, siendo subjetiva totalmente, creo que lo importante de saber que diseño electrónico estriba en el tipo de diseño que se necesite, aunque no es del todo exacto, es una estimación.

Un ejemplo, si el diseño fuera analógico, usaremos fuentes de alimentación, transformadores y esos son integrados convencionales (recordemos que necesitábamos taladrar los Circuitos Impresos), mientras que si es digital, sería más rentable emplear integrados SMD, debido a que necesitaremos más pistas en menos espacio y su complejidad generalmente es mayor que los anteriores.

Por tanto, una posible conclusión es que no es posible prescindir del todo de la tecnología convencional ni emplear totalmente SMD, porque pueden llegar a complementarse entre sí. Esto significa que necesitaremos realizar y adaptar los diseños, como hemos explicado antes, a ambos tipos de integrados.

#### REFERENCIAS

- [1] Circuito Impreso, Wikipedia. Último acceso 05/12/2009. [http://es.wikipedia.org/wiki/Circuito\\_impreso](http://es.wikipedia.org/wiki/Circuito_impreso)
- [2] Charles Darwin, Wikipedia. Último acceso 05/12/2009. [http://es.wikipedia.org/wiki/Charles\\_Darwin](http://es.wikipedia.org/wiki/Charles_Darwin)
- [3] Encapsulado DIP, wikipedia. Último acceso 05/12/2009. <http://es.wikipedia.org/wiki/DIP>
- [4] Historia de los dispositivos electrónicos. Sitio WEB: [http://perso.wanadoo.es/cobalea/Historia\\_Informatica.htm](http://perso.wanadoo.es/cobalea/Historia_Informatica.htm) (2006)
- [5] Tecnología SMD, wikipedia. Último acceso 07/12/2009. [http://es.wikipedia.org/wiki/Tecnolog%C3%ADa\\_de\\_montaje\\_superficial](http://es.wikipedia.org/wiki/Tecnolog%C3%ADa_de_montaje_superficial)



# Motor de Reluctancia Variable (VRM)

Mohamed Tawfik  
 Dep. Ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Control, UNED  
 Madrid, España  
 mtawfik@ieec.uned.es

**Abstract**— Las cargas mecánicas en nuestra vida tienen movimiento rotacional, lineal o cualquier otro, pero el movimiento principal de los controladores es la forma rotacional. Por ello vamos a estudiar uno de los motores eléctricos, que es el motor de reluctancia (motor de paso a paso), motor de reluctancia variable, y motor de reluctancia conmutada. Las características de carga juegan un papel importante en la elección del controlador de carga o del motor utilizado. En general los motores más utilizados son los motores de corriente continua y los motores de inducción, que tienen algunos problemas como los problemas de conmutación de motores de corriente continua y los problemas de los anillos colectores en el motor de inducción de rotor bobinado, los problemas de los conductores electrónicos en el motor de inducción en general. Así que vamos a utilizar un nuevo tipo que se llama motor de reluctancia que son motores sin escobillas conmutados.

**Keywords:** motor de reluctancia variable; VRM

## I. INTRODUCCIÓN

El motor paso a paso es un motor de polos salientes en estator y rotor que convierte los pulsos eléctricos a movimientos mecánicos. Tiene un número desigual de polos en el rotor y el estator, los polos del estator sólo son los que llevan a las bobinas y cada dos polos opuestos formando una fase, este motor se alimenta por un fuente de corriente continua y mediante el uso del controlador para la transferencia de la alimentación de una fase a otro. Luego el par se produce debido a la corriente que fluye en la liquidación del estator que se excita y produce una fuerza magnética que atrae a los polos del rotor, y el par es independiente del la dirección de la corriente.

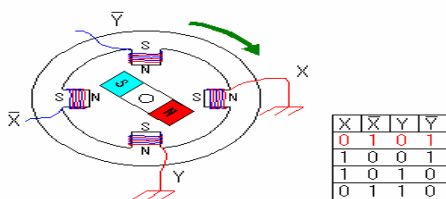


Figura 1. Motor paso a paso

Este motor presenta las ventajas de requerir poco mantenimiento porque no hay cepillos, se arranca con poca corriente y tiene un alto par de torsión. Además se puede operar a alta velocidad y en un circuito abierto sin necesidad de realimentación de velocidad. Y como puede operarse en modo paso a paso para lograr el control discreto, se considera oportuno cuando se requiere un movimiento controlado.

Sin embargo este motor tiene algunas desventajas como el ruido y la vibración en operación, las ondas del par debido a las

ondas de la corriente, el cableado del motor es muy complejo, lo que conduce a un coste adicional y su tamaño limitado.



Figura 2. Imagen de Motor paso a paso

El motor paso a paso (Figura 2) se utiliza en varias aplicaciones como impresoras, fotocopiadoras, sistemas de banco, fax, corte por laser, disco flexible, perforadoras, control de válvula, lector de cintas y muchas otras aplicaciones mas donde se pueda controlar el ángulo de rotación, la posición y la velocidad.

## II. OBJETIVOS

El objetivo principal es presentar un control optimizado de inyección armónica para el motor de reluctancia variable para producir un par uniforme sin ondas y para regular la velocidad.

## III. TIPOS DEL MOTOR DE RELUCTANCIA

Existen los siguientes tipos de motor de reluctancia:

1. Motor paso a paso de imán permanente (PM): Este tipo de motor crea una rotación mediante el uso de las fuerzas entre un imán permanente y un electroimán creado por una corriente eléctrica.
2. Motor paso a paso de resistencia variable (VR): A diferencia de los motores paso a paso de imán permanente, donde se crea la rotación entre las fuerzas electromagnéticas, el motor no presenta resistencia magnética cuando no está encendido.

3. Motor paso a paso de reluctancia conmutada (SR): Es similar al motor de reluctancia variable, pero el motor de reluctancia variable esta desinado como un dispositivo de baja potencia se ejecuta en sincronismo con la fuente de ondas cuadradas y el motor de reluctancia conmutada difiere en el diseño para dar una velocidad mas suave y eficiente a través de controlar la conmutacion de la fuente de alimentacion con dependencia a la posicion del rotor. En este artículo nos enfocamos en el motor de reluctancia variable porque se opera con menos potencia y tiene menos tamaño y puede ser más fácil presentarlo prácticamente.
4. Motor híbrido: Se caracteriza por tener varios dientes en el estator y en el rotor, el rotor con un imán concéntrico magnetizado axialmente alrededor de su eje. Se puede ver que esta configuración es una mezcla de los tipos de reluctancia variable e imán permanente, y se puede configurar para suministrar un paso angular tan pequeño.

IV. OPERACIÓN, CONSTRUCCIÓN Y CARACTERÍSTICAS

El motor de reluctancia consta de un estator con una bobina excitada y un rotor y ambos tienen polos salientes y distinto número de polos. El par se produce debido al flujo magnético producido por el flujo de la corriente en las bobinas del estator que produce una fuerza que atiende a alinear los polos del rotor.

El par es directamente proporcional a la variación de la inductancia con la posición angular del rotor, por lo que la máquina deberá estar diseñada de tal manera que el bobinado del estator varíe con la posición del rotor.

$$T \approx I^2 \frac{dL}{d\theta} \approx I^2 \frac{L_{max} - L_{min}}{\Delta\theta} \tag{1}$$

Donde el T es el par producido, el I es la corriente fluyendo en la bobina, el  $\theta$  es la posición angular del rotor y  $L_{max}$  es la inductancia máxima en posición alineada que ocurre cuando el eje del rotor está alineado con los polos excitados del estator.

Cuando el rotor se mueve hacia la posición alineada, la inductancia incrementa hasta llegar al máximo y cuando el rotor se aleja de la posición alineada, la inductancia se disminuye hasta llegar a su mínimo. En la figura 2 la reluctancia en cada movimiento del rotor.

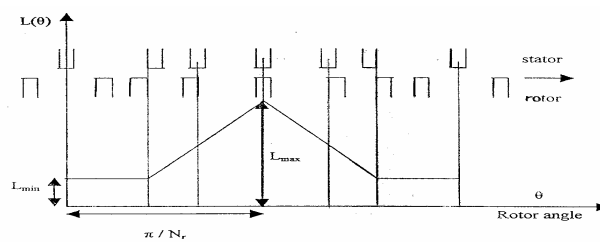


Figura 2. la inductancia en una fase con referencia a la posición angular del rotor

El ángulo de paso se define como el ángulo entre dos pulsos de par sucesivos, se puede escribir así:

$$s = \left( \frac{2\pi}{q N_r} \right) \text{ rad} \tag{2}$$

Donde el  $\theta$  es ángulo de paso, que el número de fases y que  $N_r$  es el paso por revolución

La construcción del motor de reluctancia es muy simple, el motor se llama según el número de los polos en el rotor y el estator, por ejemplo, la figura 3 muestra un motor de 8 polos en el estator y 6 en el rotor.

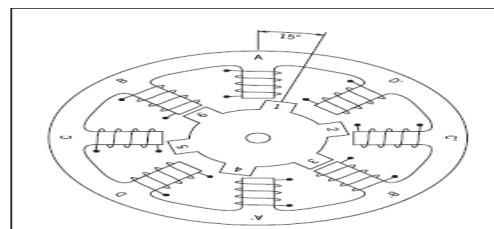


Figura 3. 8/6 motor de reluctancia

En la figura 4 se puede ver que el estator tiene 4 polos y el rotor tiene 6 polos (tres imanes completos), el rotor requiere 12 pulsos de la electricidad para mover los 12 pasos para hacer una revolución completa.

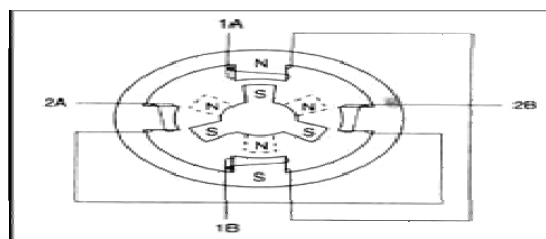


Figura 4. 4/6 motor de reluctancia

Cuando no se aplica la potencia al motor, el rotor se alineará un conjunto de sus polos a una de las del estator. Cuando se aplica la potencia hace que el par de la bobina convertirse en un imán. Una de las bobinas de la pareja se convertirá en el polo norte, y la otra se convertirá en el polo sur, la bobina del estator es el polo norte que atraerá el diente más cercano del rotor que tiene la polaridad opuesta y el polo sur lo mismo, podemos ver este movimiento paso a paso en la figura 5.

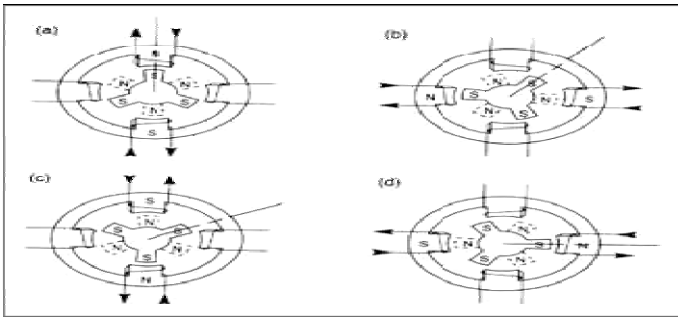


Figura 5. Movimiento del motor según la corriente en el estator

La curva de magnetización en la figura 6 representa la relación entre el flujo de la vinculación y la corriente de una cierta fase en posiciones diferentes, la importancia de la curva de magnetización es que muestra el rendimiento del motor y sus características como el par, la coenergía, la corriente y la velocidad.

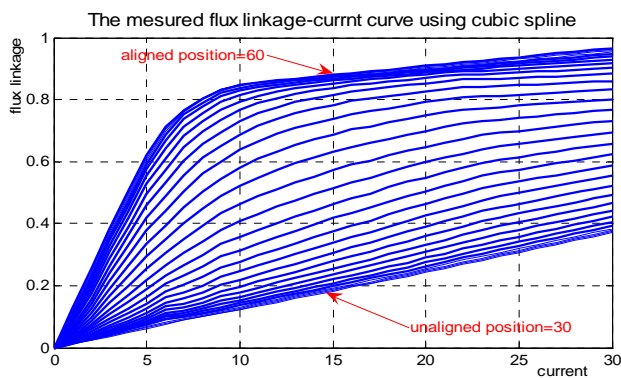


Figura 6. curva de magnetización

$$W' = \int_0^i \psi \, di, \theta = \text{const} \tag{3}$$

$$T = \frac{\partial W'}{\partial \theta}, i = \text{const} \tag{4}$$

Donde  $W'$  es la coenergía y  $T$  es el par en una fase. También la curva del par estático (figura 7) muestra las capacidades del par de una fase producida en cualquier ángulo de rotor y en cualquier corriente.

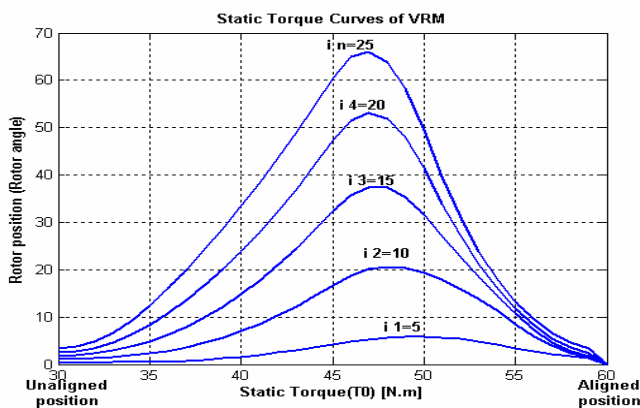


Figura 7. Curva de par estático

Como se ha mencionado antes, el motor de reluctancia variable se alimenta de un fuente de corriente continua que atraviesa de forma secuencial entre las fases del motor a través de un convertidor por lo cual la energía transmitida a cada fase se considera un pulso.

Para operación ideal donde el par producido es rizado libre y no hay vibraciones de velocidad, los pulsos de la corriente deben tener una forma de onda rectangular coincida con el incremento de la inductancia en la operación del motor. Pero para el frenado o la generación debe coincidir con la caída de la inductancia, para estos dos casos la corriente debe estar encendida y apagada en sincronismo con la posición del rotor con respecto a la subida y bajada de la inductancia, en la figura 8 podemos ver la variación de la inductancia con la corriente.

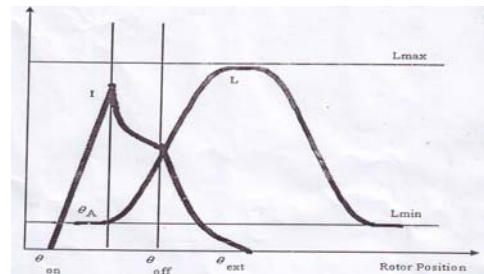


Figura 8. La variación de la inductancia y corriente en una fase Y la tensión de término en yn fase será:

$$V = iR + L \frac{d\Psi}{dt} \tag{5}$$

Como sabemos la vinculación del flujo ( $\Psi$ ) es una función de ambos la corriente ( $i$ ) y el ángulo del rotor ( $\theta$ ) como en la Eq. 6.

$$\Psi = \psi(i, \theta) \tag{6}$$

$$\frac{d\Psi}{dt} = \frac{\partial \Psi}{\partial i} \frac{di}{dt} + \frac{\partial \Psi}{\partial \theta} \frac{d\theta}{dt} \tag{7}$$

$$\frac{d\Psi}{dt} = L \frac{di}{dt} + \omega \frac{d\Psi}{d\theta} \tag{8}$$

El voltaje de término será:

$$V = iR + L \frac{di}{dt} + \omega \frac{d\Psi}{d\theta} \tag{9}$$

$$V = iR + L \frac{di}{dt} + e \tag{10}$$

Donde  $L$  es el incremento de la inductancia y  $e$  es la fuerza contra electromotriz. La fuerza electromotriz depende del ángulo de velocidad del rotor ( $\omega$ ), el ángulo de la vinculación de flujo ( $\Psi$ ), la corriente de la fase  $i$  y su variación con la posición del rotor.

A alta velocidad la fuerza contra electromotriz es muy alta que reducirá la corriente de fase, pero a baja velocidad la fuerza contra electromotriz es muy baja y la corriente puede

superar su valor máximo permisible, este punto debe tenerse en cuenta durante el diseño.

V. CIRCUITOS DE CONVERTIDOR DE VRM

Las bobinas de fase de un motor de reluctancia variable se alimentan con pulsos o corriente unipolares de un convertidor de potencia adecuado para controlar la velocidad y el par del motor.

Un convertidor ideal debe tener: Número mínimo de interruptores de semiconductores, alimentación de tensión completa aplicada al motor y los dispositivos de conmutación debe ser evaluado en valores.

Hay varios circuitos de convertidor:

1) Convertidor de potencia con medio puente asimétrico:

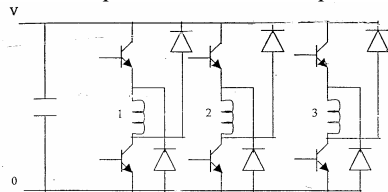


Figura 9. Convertidor con medio puerto asimétrico para 3 fase VRM

El dispositivo de conmutación y los diodos de rueda libre deben estar máximos para resistir la fuente de alimentación de tensión con cualquier conmutación transitoria.

La ventaja principal de este circuito es que toda la tensión proporcionada puede ser usada para controlar la corriente en las bobinas de fase y no hay restricciones sobre el número de fases.

2) Convertidor de potencia con fuente de alimentación continua con divisiones:

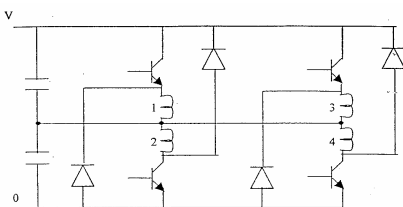


Figura 10. Convertidor con fuente de alimentación continua con divisiones para 3 fases VRM

Este tipo de convertidor de potencia s introduce para proporcionar la tensión positiva y negativa para incrementar y reducir la corriente en la bobina de fase.

Este circuito de convertidor de potencia sólo es adecuado para los motores que tienen un número par de fases. El dispositivo de conmutación y los diodos de rueda libre deben estar máximos para resistir la fuente de alimentación de tensión con cualquier conmutación transitoria además este circuito requiere una conmutación por fase.

3) Convertidor de potencia para VRM con bobinas de bifilar:

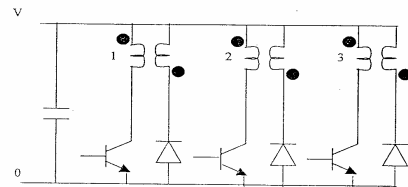


Figura 11. Convertidor con bobinas de bifilar para 3fase VRM

La corriente se construye en la bobina primaria cuando el dispositivo de conmutación está encendido y se transfiere a la bobina secundaria cuando el dispositivo de conmutación está apagado, dependiendo del grado de acoplamiento entre las dos bobinas y su razón de transformación. La tensión sobre el dispositivo de conmutacion puede superar el doble de la tension de la fuente de alimentacion en el momento de apagarse, por lo cual el dispositivo de conmutacion debe estar en su estado maximo para risitirlo.

VI. EL RENDIMIENTO DEL MOTOR DE RELUCTANCIA VARIABLE EN ESTADO ESTACIONARIO

A continuación vamos a ver el rendimiento del motor a través del programa MATLAB con diferentes velocidades y ángulos de conmutación en las Figuras (12-19). Se puede ver en una fase y cuatro fases:

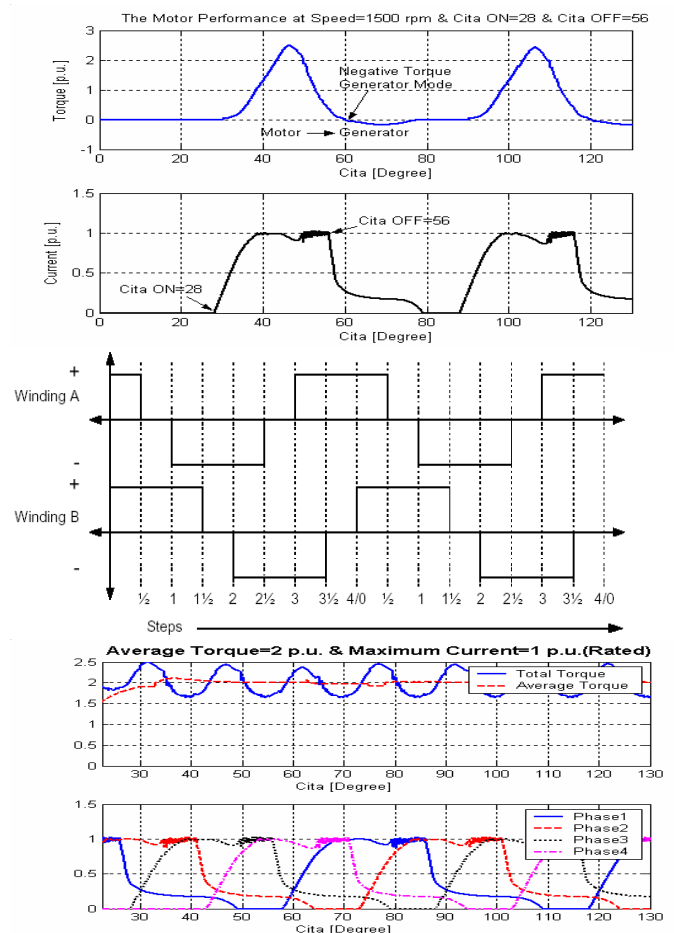


Figura 12. El rendimiento del motor a velocidad de 1500 rpm y  $\theta_{on}=28$  y  $\theta_{off}=56$  en una fase y en cuatro fases.

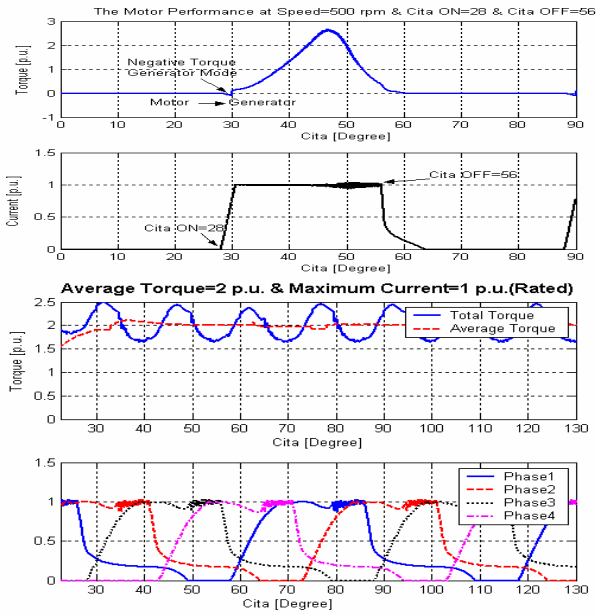


Figura 13. El rendimiento del motor a velocidad de 500 rpm y  $\theta_{on}=28$  y  $\theta_{off}=56$  en una fase y en cuatro fases.

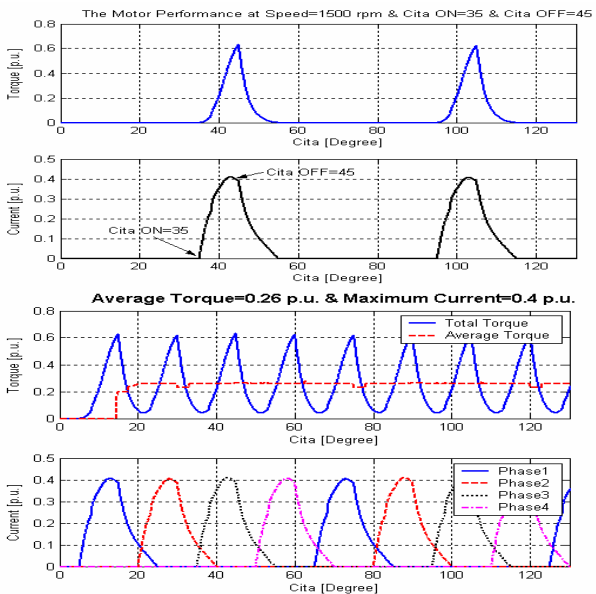


Figura 14. El rendimiento del motor a velocidad de 1500 rpm y  $\theta_{on}=35$  y  $\theta_{off}=45$  en una fase y en cuatro fases.

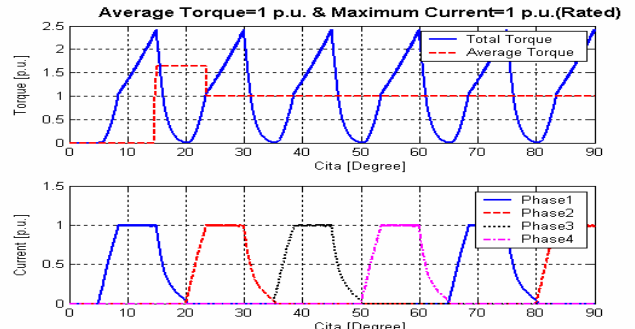
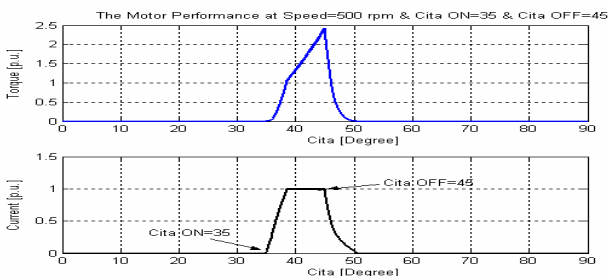


Figura 15. El rendimiento del motor a velocidad de 500 rpm y  $\theta_{on}=35$  y  $\theta_{off}=45$  en una fase y en cuatro fases.

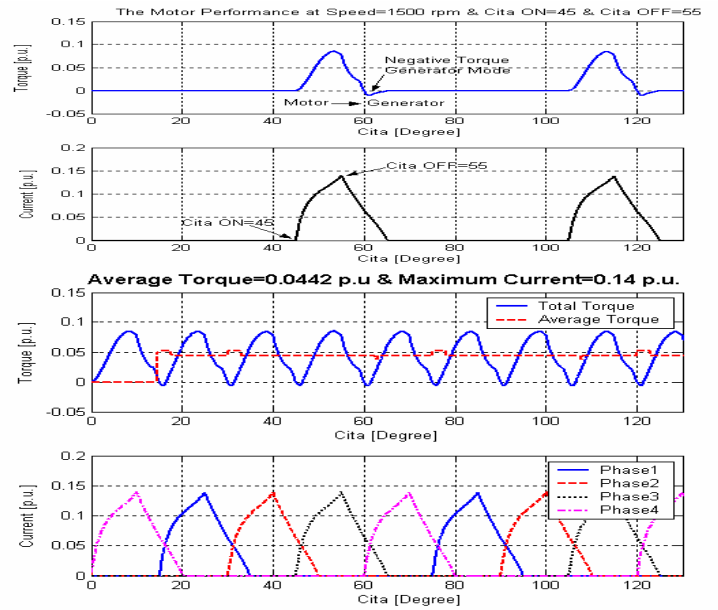


Figura 16. El rendimiento del motor a velocidad de 1500 rpm y  $\theta_{on}=45$  y  $\theta_{off}=55$  en una fase y en cuatro fases.

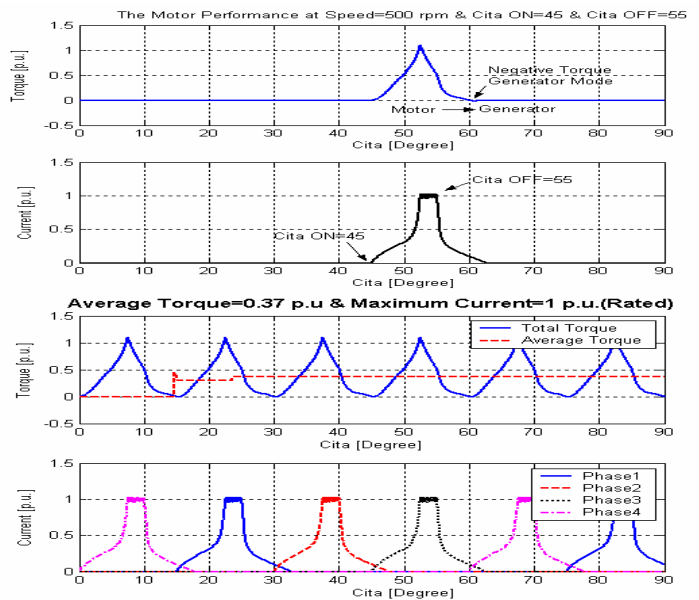


Figura 17. El rendimiento del motor a velocidad de 500 rpm y  $\theta_{on}=45$  y  $\theta_{off}=55$  en una fase y en cuatro fases.



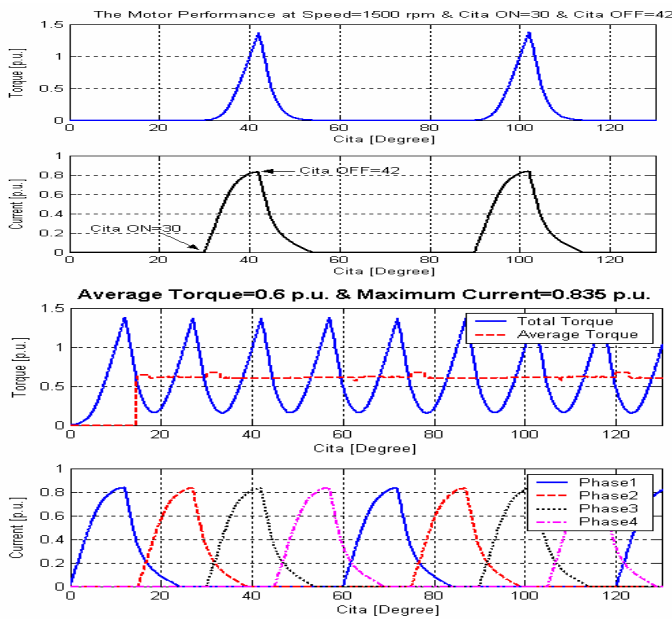


Figura 18. El rendimiento del motor a velocidad de 1500 rpm y  $\theta_{on}=30$  y  $\theta_{off}=42$  en una fase y en cuatro fases.

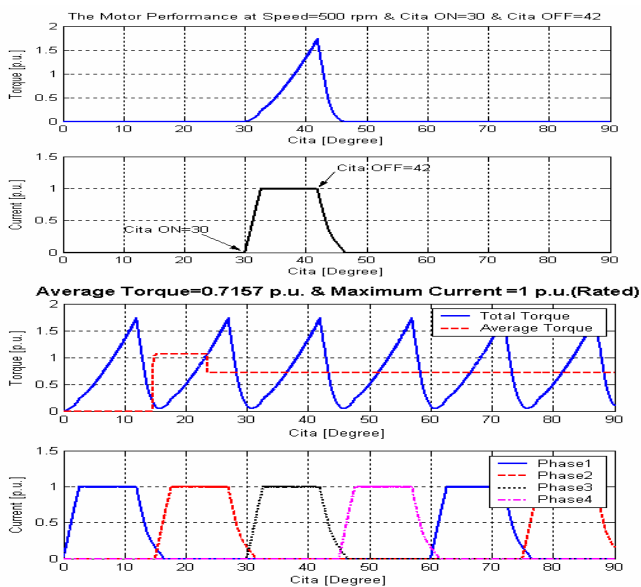


Figura 19. el rendimiento del motor a velocidad de 500 rpm y  $\theta_{on}=30$  y  $\theta_{off}=42$  en una fase y en cuatro fases.

De las curvas anteriores, se puede estimar que la operación en alta velocidad da la ventaja de usar un periodo largo de conducción, debido a la alta fuerza contra electromotriz inducida que limita la corriente de la fase, esta larga duración de pulso aumenta la superposición entre diferentes fases, lo cual incrementa el par medio y reduce las ondas.

### VII. CONTROLADOR PROPORCIONAL INTEGRAL (PI)

El controlador PI se utiliza para mejorar la regulación de la velocidad de este tipo de motores, el output del PI controlador es:

$$V(t) = K_p e(t) + \frac{K_i}{T_i} \int_0^t e(t) dt \tag{11}$$

Donde  $V(t)$  es el output del controlador,  $K_p$  es la ganancia proporcional,  $K_i$  es la ganancia integral,  $T_i$  es el tiempo constante integral y  $e(t)$  es la señal del error instantáneo.

El sistema bajo estudio (figura 20) consta con alimentación de una fuente continua a través de un inversor como parece en la figura 20, el output final de la controlador se utiliza para regular el  $\theta_{on}$  del VRM y regular la velocidad mientras el input del controlador es la desviación de la velocidad ( $e_w$ ).

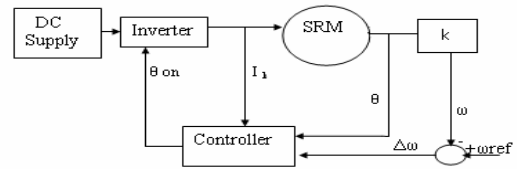


Figura 20. Modelo de controlador de VRM

$$e_w = \frac{\omega_{ref} - \omega}{\omega_{ref}} \tag{12}$$

$$\theta_{on}(new) = \theta_{on}(old) - k_p e_w \tag{13}$$

El análisis de SRM utilizando el controlador PI mostrado esta llevada a cabo por la condición siguiente en la figura 21 que muestra la variación del par de cargas (p.u) con el tiempo (seg)

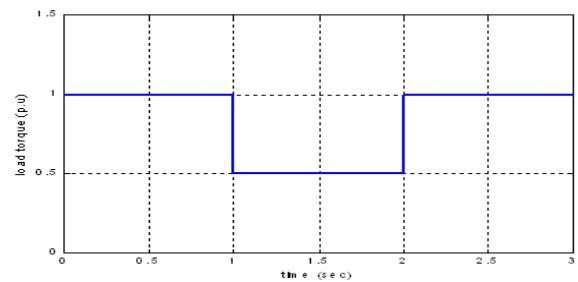


Figura 21. variación del par de cargas (p.u) con el tiempo (seg)

El intervalo de tiempo de simulación a los valores de ganancias diferentes, se puede dividir en tres zonas principales:

- Primera zona, la respuesta dinámica durante el periodo de arranque, como se ilustra en la figura 22.
- Segunda zona, la respuesta dinámica cuando el par de carga se reduce al 50% de su valor inicial, como se ilustra en la figura 23.
- Tercera zona, la respuesta dinámica cuando el par de carga se devuelve de nuevo a su valor inicial, como se ilustra en la figura 24.

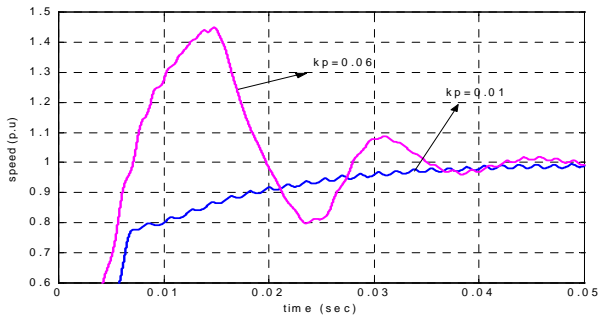


Figura 22. Resultado de simulación de la respuesta dinámica del VRM derivado por un controlador PI en el periodo del empuzo (primera zona)

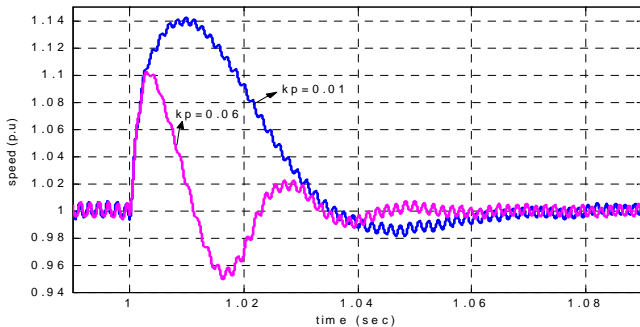


Figura 23. Resultado de simulación de la respuesta dinámica del VRM derivado por un controlador PI mientras un bajo repentino en la carga por 50% (zona segunda)

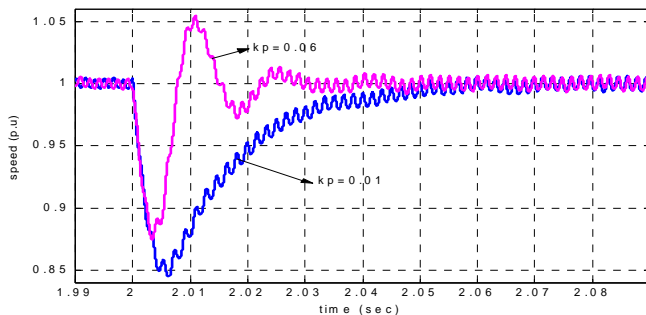


Figura 24. Resultado de simulación de la respuesta dinámica del VRM derivado por un controlador PI mientras un incremento repentino en la carga por 50% (zona tercera)

El cambio de la ganancia afecta tanto en el estado transitorio como en el estado estacionario.

En el estado transitorio como aumenta la ganancia aumenta el tiempo de la subida, el tiempo de estabilización y el máximo sobre impulso, y disminuye el error de estado estacionario y la estabilidad, y viceversa en el estado estacionario.

## VIII. CONCLUSIONES

Al final nos encontramos con que el motor paso a paso se utiliza ampliamente en muchas aplicaciones debido a sus ventajas como su alto par de arranque, su capacidad de operar en ambientes polvorosos y su construcción simple.

Encontramos también que el motor puede operarse en modo continuo utilizando el controlador PI y discontinuo (modo de paso a paso).

Encontramos en la parte práctica que podemos mejorar el par y la velocidad del motor utilizando el controlador PI y a medida que cambie la  $K_i$  y  $K_p$  cambia su velocidad con el fin de hacerlo más suave y disminuir las ondas del par.

## REFERENCIAS

- [1] Bell, Bob and Hill, Jim, "Circuit Senses High-Side Current", EDN, March 1, 2001.
- [2] Blake, Kumen, "Analog PCB Layout Techniques", 2002 Microchip Master Conference, Microchip Technology Inc., 2002.
- [3] Farley, Mike, "High-Side ICs Simplify Current Measurements", Power Electronics Technology, September 2003.
- [4] Gilbert, Joe and Dewey, Ray, "Application Note 27702A, Linear Hall-Effect Sensors, Allegro Microsystems, Worcester, MA, 2002.
- [5] Klein, William, "Circuit Measures Small Currents Referenced to High Voltage Rails", Electronic Design, January 7, 2002.
- [6] Moghimi, Reza, "Curing Comparator Instability with Hysteresis", Analog Dialogue 34-7, Analog Devices, Norwood, MA, 2000.
- [7] Law, Lou, "Measuring Current with IMC Hall Effect Technology", Sensors, November 2003.
- [8] Lepkowski, Jim, "AND8027 - Zener Diode Based Integrated Passive Device Filters, An Alternative to Traditional I/O EMI Filter Devices", ON Semiconductor, Phoenix, AZ, 2001.
- [9] Parekh, Rakesh, "AN889 - VF Control of 3-Phase Induction Motors using PIC16F7X7 Microcontrollers", Microchip Technology Inc., 2003.
- [10] Valentine, Richard, editor, "Motor Control Electronics Handbook", McGraw-Hill, Boston, 1998.
- [11] Yedamale, Padmaraja, "AN885 - Brushless DC (BLDC) Motor Fundamentals", Microchip Technology Inc., Chandler, AZ, 2003.
- [12] "Hall Applications Guide", Melexis

# English Zone

Gloria Murillo

Coordinadora Boletín Electrónico e English Zone  
Universidad Nacional de Educación a Distancia  
Madrid, España

## I. NO LONGER.

La otra forma de decir "**ya no.**" es "**no longer**". Esta forma es un poco más complicada ya que su posición depende del tipo de verbo en juego. Si se trata de un verbo "normal" (todos menos los auxiliares) va justo antes del verbo y después del sujeto.

Ya no lo considero un candidato viable.	I <b>no longer</b> consider him a viable candidate.
Ya no me tengo que levantar temprano.	I <b>no longer</b> have to get up early.
Ya no creo en las hadas.	I <b>no longer</b> believe in fairies.
Ya no me duele cuando hago ejercicio.	It <b>no longer</b> hurts when I do exercise.
Ya no como carne.	I <b>no longer</b> eat meat.

Cuando el **verbo es un auxiliar** (incluyendo el verbo "to be") hay que colocar "no longer" detrás del mismo. Practiquemos con unos cuantos ejemplos más.

Ya no tiene importancia.	It's <b>no longer</b> important.
Ya no puede jugar a nivel profesional.	He can <b>no longer</b> play professionally.
Ya no es capitán de la selección.	He is <b>no longer</b> captain of the national side.
Ya no estoy aburrido en mi trabajo.	I'm <b>no longer</b> bored at work.
Ya no puedo quedarme por ahí hasta las tantas.	I can <b>no longer</b> stay out late.

## II. IMPERATIVE AND PRONUNS.

El **imperativo (afirmativo)** siempre es el **verbo básico** sin más complicaciones. Por ejemplo "be good" (sé bueno) "close the door" (cierre la puerta) etc. Normalmente el **complemento indirecto** precede al **pronombre personal**.

Dame el mío.	Give me mine.
Dale (a él) el suyo.	Give him his.
Dale (a ella) el suyo.	Give her hers.
Danos el nuestro.	Give us ours.
Dales el suyo.	Give them theirs.
Enséñame el tuyo.	Show me yours.
Enséñale (a ella) el suyo (de él).	Show her his.
Enséñales el nuestro.	Show them ours.
Enséñanos el suyo (de ellos).	Show us theirs.
Enséñale (a él) el mío.	Show him mine.

## III. ONE EXPRESSION:

**A bird in the hand is worth two in the bush.**

Es mejor pájaro en mano que ciento volando.

## IV. KEY LEARNING

Ni siquiera: "even" se coloca después del verbo auxiliar.

**I don't even know him.** - Ni siquiera le conozco.

## V. ONE ADJECTIVE

**Self-centered** - egocéntrico

Young children can be very self-centered at times.

**A veces los niños pueden ser muy egoístas.**

VI. ONE PHARASAL VERB

**To get over** - superar

You'll get over it. - **Ya lo superarás.**

VII. FUNNY LESSON

A plane was taking off from Kennedy Airport. After it reached a comfortable cruising altitude, the captain made an announcement over the intercom, "Ladies and gentlemen, this is your captain speaking. Welcome to Flight Number 293, non-stop from New York to Los Angeles. The weather ahead is good and, therefore, we should have a smooth and uneventful flight. Now sit back and relax - OH, MY GOD!"

Silence followed, and after a few minutes the captain came back on the intercom and said, "Ladies and Gentlemen, I am so sorry if I scared you earlier; but, while I was talking, the flight attendant brought me a cup of coffee and spilled the hot coffee in my lap. You should see the front of my pants!"

A passenger in the plane said, "That's nothing. He should see the back of mine!"

**Parts of the house**

Find the words hidden among the letters. When you find a word, click on the first letter and then click on the last letter of that word. If you guessed it right, it will be marked with green squares. There are **15 words**.

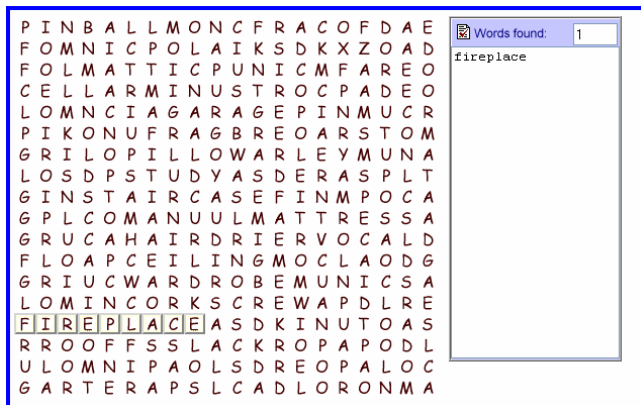


Figure 1. Crosswords<sup>1</sup>

Figura 1. <sup>1</sup> SOLUTION: Fireplace, roof, corkscrew, ceiling, mattress, hairdrier, garage, cellar, wardrobe, pillow, staircase, study, attic, doormat.

VIII. VOCABULARY

Lee y repite en voz alta el siguiente vocabulario, con significados muy diferentes en ingles pero pronunciaciones parecidas.

¡Grita!	<b>Shout!</b>
Le grité a él.	<b>I shouted at him.</b>
Ella cerró la puerta.	<b>She shut the door.</b>
Le disparé a él.	<b>I shot him.</b>
¡Callate!	<b>Shut up!</b>
Ella grita mucho.	<b>She shouts a lot.</b>
Él se afeita todos los días.	<b>He shaves everyday.</b>
Las ventas se dispararon.	<b>Sales shot up.</b>
¡Dispara!	<b>Shoot!</b>

REFERENCES

- [1] <http://www.funnylessons.com/>
- [2] <http://www.mansioningles.com/index.htm>
- [3] <http://www.vausys.com/>
- [4] <http://www.vaughanradio.com/reproductor/player2.htm>
- [5] <http://www.saberingles.com.ar/songs/315.html>







Rama de Estudiantes UNED  
<http://www.ieec.uned.es/ieee-uned/>

**Hazte socio  
de la Rama de Estudiantes  
del IEEE en la UNED**

**Web IEEE-UNED**

<http://www.ieec.uned.es/ieee-uned/>  
Más info: [elio@ieec.uned.es](mailto:elio@ieec.uned.es)

**Charlas, conferencias,  
cursos, visitas, empresa,  
Boletín Electrónico, etc.**