



Facultad de Ingeniería Eléctrica

Departamento de Electroenergética

TRABAJO DE DIPLOMA

Diseño de curso a distancia sobre Micromotores Eléctricos

Autor:

Hariam Martín Suárez.

Tutor:

**MsC. Ing. Alicia Hernández Maldonado
Ing. Lucy Rovira Carralero**

Santa Clara

2004

**"Año del 45 aniversario del triunfo
de la revolución"**

CON SU ENTRAÑABLE TRANSPARENCIA





Hago constar que el presente trabajo de diploma fue realizado en la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas como parte de la culminación de estudios de la especialidad de Ingeniería Eléctrica autorizando a que el mismo sea utilizado por la Institución, para los fines que estime conveniente, tanto de forma parcial como total y que además no podrá ser presentado en eventos, ni publicados sin autorización de la Universidad.

Firma del Autor

Los abajo firmantes certificamos que el presente trabajo ha sido realizado según acuerdo de la dirección de nuestro centro y el mismo cumple con los requisitos que debe tener un trabajo de esta envergadura referido a la temática señalada.

Firma del Autor

Firma del Jefe de
Departamento donde se
defiende el trabajo

Firma del Responsable de
Información Científico-Técnica

PENSAMIENTO

*“Educar es depositar en cada hombre toda la obra humana que le ha
antecedido; es hacer a cada hombre resumen del mundo viviente
hasta el día en que vive; es poner al hombre a nivel de su tiempo...; y
quién lo duda, una obra de infinito amor”
José Martí.*

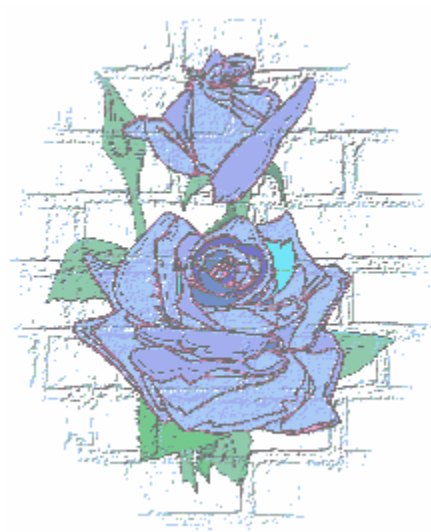
AGRADECIMIENTOS

- Para esas dos maravillosas profesoras (Alicia Hernández y Lucy Rovira) y ahora mis tutores, que me apoyaron mucho en la confección de este trabajo.
- A Ramón Manso (Ramoncito) por ayudarme con la bibliografía en la Internet.
- En general, a todas las personas que de una forma u otra contribuyeron a la confección del mismo

DEDICATORIA

- Dedico este trabajo a todas esas personas, amigos que me han apoyado en estos 5 años, especialmente a mis padres, a mi abuela y hermano que con su esfuerzo diario llevaron a que este; mi sueño y el de ellos; se llevara acabo.
- A mis tíos (todos) y a toda la familia en general.
- A mi suegra y mi novia, que también pusieron su granito.
- A aquellos que me han ayudado a llevar esta iniciativa adelante.

Para todos, este presente:



TAREA TÉCNICA

Trabajo de diploma: Diseño de curso a distancia sobre Micromotores Eléctricos

Plan de Trabajo

Revisión bibliográfica relativa a la utilización de las TIC en la enseñanza y en específico en la educación a distancia, así como relacionada con los micromotores.

Familiarizarse con el ambiente y potencialidades de la plataforma SEPAD

Estructurar el curso sobre micromotores basándose en un diseño metodológico estratégico

Editar, elaborar las diferentes Unidades didácticas o lecciones del curso, incluyendo sistema de autoevaluación y evaluación, figuras, animaciones, foro de discusión, Chat, entre otras.

Montar en la plataforma SEPAD el curso y probar su viabilidad

Escribir el informe del trabajo de tesis con todos los requisitos que se exigen.

Diplomante

Tutores

RESUMEN

Las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) han abierto un amplio campo de aplicaciones en diferentes ramas del saber. Actualmente la enseñanza soportada por las TIC ha tomado gran auge y mucho más en la enseñanza a distancia. Este trabajo de diploma tiene como propósito general implementar, sobre la plataforma SEPAD, un curso sobre Micromotores Eléctricos a partir de una concepción didáctica que abarca los contenidos de lo simple a lo complejo y de saber a saber hacer.

Este trabajo presenta valoraciones acerca de las características, ventajas, limitaciones de la enseñanza a distancia y el papel de las TIC en esta. También caracteriza la plataforma SEPAD como recurso para la implementación de cursos a distancia.

Se presenta, además, con una visión general los tópicos más importantes relacionados con las micromáquinas eléctricas que incluye importancia, aplicabilidad, tipos, especificidades propias de cada tipo organizada con una lógica que respeta el fin educativo que se persigue, así como el diseño del curso sobre SEPAD.

Este trabajo da en parte respuesta a las acciones encaminadas dentro del currículo para lograr un proceso de enseñanza-aprendizaje flexible.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1. LAS NTIC EN LA EDUCACIÓN A DISTANCIA.....	4
1.1 ¿QUÉ SON LAS NTIC?.....	5
1.2 VENTAJAS DE LAS TIC	6
1.3 LAS TIC EN LA EDUCACIÓN.....	7
1.4 LAS COMPUTADORAS, LAS TELECOMUNICACIONES Y LA EDUCACIÓN A DISTANCIA.....	9
1.5 ¿QUÉ ES EDUCACIÓN A DISTANCIA?	10
1.6 ¿ES EFECTIVA LA EDUCACIÓN A DISTANCIA?	12
1.7 ELEMENTOS CLAVES EN EDUCACIÓN A DISTANCIA	14
1.8 VENTAJAS DE LA EDUCACIÓN A DISTANCIA	15
1.9 ¿QUÉ ES SEPAD?	16
1.10 SERVICIOS DE USUARIOS PROVISTOS POR EL SISTEMA	18
1.11 CONSIDERACIONES FINALES.....	20
CAPÍTULO 2 ACERCA DE MICROMÁQUINAS ELÉCTRICAS	21
2.1 REQUISITOS TÉCNICOS QUE DEBEN CUMPLIR. CONFIABILIDAD ..	21
2.2 CLASIFICACIÓN DE LAS MICROMÁQUINAS	23
2.3 MICROMOTORES ELÉCTRICOS.....	23
2.3.1 MICROMOTORES DE C.D.....	24
2.3.2 MICROMOTORES UNIVERSALES A COLECTOR.....	25
2.3.3 MICROMOTORES ASINCRÓNICOS.....	26
2.3.4 MICROMOTORES SINCRÓNICOS.....	26
2.3.4.1 MICROMOTORES SINCRÓNICOS DE ROTACIÓN CONTINUA	27
2.3.4.2 MICROMOTORES SINCRÓNICOS DE ROTACIÓN CONTINUA CON VELOCIDAD REDUCIDA.....	28
2.3.4.3 MICROMOTORES SINCRÓNICOS POR PASOS	28
2.4 TACOGENERADORES	30
2.5 SELSYNS.....	31
2.5.1 SELSYNS MONOFÁSICOS.....	31
2.6 APLICACIONES DE LAS MICROMÁQUINAS	32
2.7 CONSIDERACIONES FINALES DEL CAPÍTULO.....	33
CAPÍTULO 3. CURSO SOPORTADO EN SEPAD PARA MICROMÁQUINAS ELÉCTRICAS.....	34
3.1 ESTRUCTURACIÓN GENERAL DEL CURSO.....	34
3.2 CONTENIDO TEMÁTICO DE LOS MÓDULOS	35
3.2.1 TEMA 1: INTRODUCCIÓN A LAS MICROMÁQUINAS ELÉCTRICAS	35
3.2.2 TEMA 2: MICROMOTORES ELÉCTRICOS	35
3.2.3 TEMA 3: TACOGENERADORES.....	37
3.2.4 Tema 4: Selsyns.....	37
3.2.5 TEMA 5: APLICACIONES DE LAS MICROMÁQUINAS. SELECCIÓN DE MICROMÁQUINAS. NANOMÁQUINAS.....	38
3.3 AUTOEVALUACIONES.....	38
3.4. CONSIDERACIONES FINALES DEL CAPÍTULO.....	40

CONCLUSIONES.....	41
RECOMENDACIONES	43
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	44

INTRODUCCIÓN

Las tecnologías informáticas han invadido todos los campos de la vida humana y han generado cambios insospechables hasta hace unos pocos años. Estos avances ponen a disposición de la sociedad, una gran variedad de medios que facilitan el aprendizaje y han colaborado en la modificación de las modalidades educacionales, dando un gran empuje a la educación a distancia.

Actualmente, el entorno cambiante obliga a mirar la educación bajo otra óptica, mucho más en nuestro país donde los programas sociales que se ejecutan por la Revolución Cubana han creado un conjunto de vías alternativas para que la educación sea un proceso de formación continua con acceso, para todos, a la educación terciaria.

Por otra parte en las universidades cubanas se trabaja por favorecer un aprendizaje más flexible en los alumnos, una de las alternativas es propiciar un mayor trabajo independiente y de autoformación. Para comenzar a dar pasos en ese sentido, a partir de un análisis de la asignatura Maquinaria Eléctrica para Ingeniería en Automática se establecieron un grupo de temas que podían contribuir a la autoformación, por sus características se optó por comenzar por el tema de Micromáquinas Eléctricas, es decir, debido al gran impacto que tienen las micromáquinas eléctricas en los sistemas automáticos implementados en nuestras industrias.

Estos antecedentes conducen a formular el problema de investigación de este trabajo ¿cómo conjugar la necesidad de desarrollar habilidades de autoformación con las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) para dar respuesta al aprendizaje sobre micromáquinas eléctricas?

Este trabajo se desarrolla para dar respuesta al problema de investigación y se toma como punto de partida el uso de la modalidad a distancia, específicamente soportada por las TIC, tiene como objetivo general implementar, sobre la plataforma SEPAD, un curso sobre Micromotores Eléctricos a partir de una concepción didáctica que abarca los contenidos de lo simple a lo complejo y de saber a saber hacer.

Para dar cumplimiento a este objetivo general se establecen los objetivos específicos siguientes:

1. Analizar las implicaciones que en el ámbito educativo han tenido las TIC y específicamente en la educación a distancia.
2. Analizar la importancia de los micromotores en los sistemas automatizados y la necesidad de conocer acerca de estos.
3. Estructurar lógicamente el curso sobre micromotores, incorporando las ventajas del SEPAD e incluyendo actividades de autoevaluación y evaluación.
4. Implementar el curso sobre la plataforma SEPAD y comprobar su viabilidad

La importancia de este trabajo radica en su contribución a flexibilizar la enseñanza con la aplicación de modalidades de educación a distancia, así como disponer de un material educativo didácticamente tratado donde el tema de micromotores se aborda con rigor científico y técnico, a la par que constituye un elemento aglutinador de todo lo relacionado con esta temática. Por otra parte debe resaltarse que es un recurso de ayuda al fomento de capacidades de pensamiento crítico, reflexivo y el autoaprendizaje.

Lo novedoso del trabajo está en la estructuración didáctica dada al curso y la forma en que se han conjugado textos, gráficos y animaciones para cada lección. Debe destacarse que dicho curso será utilizado el próximo semestre en el cuarto años de Ingeniería en Automática.

El informe de este trabajo de diploma se estructuró en las partes siguientes: resumen, introducción, tres capítulos que forman el cuerpo del trabajo, conclusiones, recomendaciones y referencias bibliográficas.

El capítulo 1. Las NTIC en la Educación a distancia, aborda temas relacionados con las TIC y la educación a distancia donde se le explican algunos aspectos como: ¿Qué son las TIC?, ¿Cuáles son sus ventajas?, ¿Qué es la educación a distancia?, ¿Cómo se produce su vinculación con la TIC?, así como la plataforma a utilizar que en este caso es el SEPAD.

En el capítulo 2 Acerca de Micromáquinas Eléctricas, se introduce el mundo de las micromáquinas. Se exponen de forma sintetizada los contenidos que el estudiante encontrará en el curso, con el ordenamiento didáctico establecido para el curso

Por último, el capítulo 3. Curso soportado en SEPAD para Micromáquinas Eléctricas, muestra la estructura final dada al curso una vez implementado en la plataforma SEPAD, se muestran ejemplos de autoevaluaciones diseñadas para el mismo.

Para ejecutar este trabajo se consultaron diversas fuentes bibliográficas, la mayor parte de esta fue tomada de Internet. Además, fue necesario realizar un proceso organizativo y de selección de la información disponible. Aportaron en mayor medida los textos “Micromáquinas Eléctricas” de E.V. Armenski y G.B Falk, “ACmotors” RickHoadley disponible en: <http://my.execpc.com/~rhoadley/magacmot.htm>, Colin D. Simpson “Types of Stepper Motors” disponible en: <http://zone.ni.com/devzone/devzone.nsf/webcategories/A423955D34480547862567AF00697C6B>, Douglas W. Jones “Stepping Motor Types” disponible en: <http://www.cs.uiowa.edu/~jones/step/types.html>.

CAPÍTULO 1. LAS NTIC EN LA EDUCACIÓN A DISTANCIA

Resulta innegable el auge cada vez mayor de las Nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación (NTIC) en las diferentes esferas de la sociedad a escala mundial. El impetuoso desarrollo de la ciencia y la tecnología ha llevado al planeta a entrar al nuevo milenio inmerso en lo que se ha dado en llamar la “sociedad de la información y del conocimiento”. Sin lugar a dudas, estamos en presencia de una revolución tecnológica y cultural de alcance insospechado.

Pretender educar hoy por vías formales y convencionales a todos, teniendo en cuenta las múltiples y variadas necesidades educativas que surgen a lo largo de la vida como demanda de la sociedad, es prácticamente imposible en los marcos de los sistemas educativos tradicionales. Esta es una de las razones fundamentales por la cual la enseñanza a distancia ha adquirido un notable protagonismo en la formación de los ciudadanos.

Las universidades, en cada época, han estado estrechamente relacionadas con los cambios sociales, económicos y tecnológicos. La sociedad de la información y del conocimiento obliga a replantearse creativamente los objetivos, la misión y las funciones de la educación superior para encontrar un punto de equilibrio entre las necesidades del sector productivo y de la economía, las necesidades de la sociedad en su conjunto y las no menos importantes necesidades del individuo como ser humano. Todo esto dentro de un contexto histórico, social y cultural determinado. En nuestro país, la idea de extender la enseñanza universitaria fuera de sus fronteras tradicionales responde a la necesidad de continuar formando desde su puesto de trabajo y lugares de residencia a un por ciento importante de los más diversos sectores de la población que, por diferentes razones, no ha tenido acceso a este tipo de enseñanza o están necesitados de recalificación profesional, así como también a aquellos que desde su proceso de formación, están vinculados a la actividad profesional a la que se dedicarán una vez graduados. Esta universalización y democratización de la universidad es uno de los rasgos de lo que se denomina microuniversidad.

1.1 ¿QUÉ SON LAS NTIC?

Existen muchas definiciones al respecto, pero nos parece acertado definirlas como "... un conjunto de aparatos, redes y servicios que se integran o se integrarán a la larga, en un sistema de información interconectado y complementario. La innovación tecnológica consiste en que se pierden las fronteras entre un medio de información y otro"¹. Estas NTIC conforman un sistema integrado por:

- **Las telecomunicaciones:** representadas por los satélites destinados a la transmisión de señales telefónicas, telegráficas y televisivas; la telefonía que ha tenido un desarrollo impresionante a partir del surgimiento de la señal digital; el fax y el MODEM; y por la fibra óptica, esta última se distingue por transmitir la señal a grandes distancias sin necesidad de usar repetidores, y tener ancho de banda muy amplio.
- **La informática:** caracterizada por notables avances en materia de hardware y software que permiten producir, transmitir, manipular y almacenar la información con más efectividad, distinguiéndose la multimedia, las redes locales y globales (Internet), los bancos interactivos de información, los servicios de mensajería electrónica, etc.
- **La tecnología audiovisual:** que ha perfeccionado la televisión de libre señal, la televisión por cable, la televisión restringida (pago por evento) y la televisión de alta definición.

La denominación de "Nuevas" ha traído algunas discusiones y criterios divergentes, al punto de que muchos especialistas han optado por llamarlas simplemente Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). No deja de asistírles la razón cuando comprobamos que muchas de ellas son realmente "ancianas", como el teléfono que data de 1876. Lo que no puede perderse de vista es que el término "Nuevas" se les asocia fundamentalmente porque en todas ellas se distinguen transformaciones que erradican las

1. [sa]. Las Nuevas Tecnologías de la información y la comunicación. [en CDROM]. Instituto Pedagógico Superior.

deficiencias de sus antecesoras y por su integración como técnicas interconectadas en una nueva configuración física.

La integración de las TIC en el proceso de enseñanza aprendizaje crea ambientes innovadores de aprendizaje permitiendo el desarrollo de modelos y metodologías didácticas, de prototipos y materiales didácticos y la formación de comunidades académicas. Todo esto provoca la modernización de la práctica docente y la creación de ambientes virtuales de aprendizaje; elevándose por tanto el trabajo colaborativo. De ahí que sólo con la tecnología no basta, es importante adiestrar a los docentes para que después ellos propongan y desarrollen nuevas estrategias didácticas, cambiando su rol, para así incorporar plenamente y con ventajas las TIC.

1.2 VENTAJAS DE LAS TIC

La posibilidad de trabajar y de crear entornos colaborativos; la posibilidad de crear realidades alternativas en donde los usuarios pueden experimentar diferentes planos de la realidad en distintas condiciones; la motivación intrínseca que tienen este tipo de dispositivos tecnológicos; la posibilidad de estimular y privilegiar el trabajo colaborativo y en grupo; el hecho de volverse activos desde el punto de vista cognitivo; la contextualización y socialización del conocimiento en construcción; etc.

Algunas otras ventajas de estas TIC pueden ser: la facilidad de la disposición virtual, los diferentes enfoques y movimientos reales interculturales, la manipulación virtual mediante representaciones virtuales, la globalización virtual, etc. No obstante, sus contrapartes pueden ser la exclusión, el racismo, la cerrazón tanto de fronteras como de espíritu crítico, etc.

La globalización crea una gran diferencia entre la información que se genera por los países desarrollados y la información generada por los países no afluentes.

La amplia utilización de las TIC en el mundo, ha traído como consecuencia un importante cambio en la economía mundial, particularmente en los países más industrializados, sumándose a los factores tradicionales de producción para la generación de riquezas, un nuevo factor que resulta estratégico: el conocimiento. Es por eso que ya no sólo se habla de la “sociedad de la información”, sino también de la “sociedad del

conocimiento”. Actualmente, el desarrollo tecnológico desigual ha acentuado las diferencias económicas, sociales y culturales entre los países ricos y desarrollados del Norte y los países pobres del Sur, e incluso en un mismo país, entre la parte de su población que puede disponer de las nuevas tecnologías y la otra a la que no le es posible, lo que constituye un factor más de desigualdad. Esto ha provocado que se señale a los primeros como info–ricos, a los segundos como info–pobres y a las diferencias cada vez más marcadas entre ellos, como “la brecha digital”² (*the digital divide*). Para los países en desarrollo, la introducción de las TIC resulta un extraordinario, costoso y en muchas ocasiones inalcanzable reto, si se tiene en cuenta que su problemática fundamental es lograr la supervivencia de sus pueblos, lo que, lamentablemente, no aparece entre los objetivos priorizados a alcanzar por la mayoría de sus gobiernos. Cuba ha identificado desde muy temprano la conveniencia y necesidad de dominar e introducir en la práctica social las TIC y lograr una cultura informática como parte de la formación integral del hombre nuevo, lo que facilitaría a nuestra sociedad alcanzar el objetivo de un desarrollo sostenible.

1.3 LAS TIC EN LA EDUCACIÓN

Resulta un deber ineludible definir y contextualizar las TIC en el sector educativo. Así, éstas pueden ser consideradas como “...las propuestas electrónico–comunicativas (denominadas internacionalmente electronificación educativa) que organizan el entorno pedagógico diseñando propuestas educativas interactivas y que trascienden los contextos físicos, fijos, institucionales, etc., a fin de hacerlos accesibles a cualquiera, en cualquier tiempo y lugar... la nueva tecnología recicla, engloba, resignifica todas las tecnologías existentes o anteriores. Un ejemplo ilustrativo de ello es la relación lápiz/PC, o si se desea, libro/hipertexto: la segunda no elimina la primera, sino que ambos elementos funcionan en espacios mentales diferentes y dan lugar a diversos tipos de operaciones cognitivas”³

² Castellano, H. La Brecha Digital. Red CTS de la OEI. <http://www.oei.es/ctsi9900.htm>

³ Fainholc, B.: Nuevas tecnologías de la información y la comunicación en la enseñanza. Aique Grupo Editor S. A., Argentina, 1997.

El amplio volumen de información que como nunca antes se genera y se difunde a diario (y que seguirá creciendo exponencialmente), obliga a las universidades a formar graduados que tengan la capacidad de estar preparados para aprender durante toda la vida, que se caractericen por un pensamiento crítico, por la capacidad de poder trabajar en grupo y con amplias posibilidades de comunicación.

Las TIC permiten crear nuevas formas de relaciones humanas en donde se construye poco a poco, una nueva manera de vivir. Es decir, estas tecnologías permiten, crear espacios nuevos, los cuales estamos viviendo de manera diferente: el tele trabajo, las comunidades virtuales, videoconferencias, juegos multiparticipantes, animaciones en 3D en tiempo real, televisión interactiva, televirtualidad, entornos virtuales, ciberespacio, realidad artificial, realidad aumentada, entornos sintéticos, etc.

Según Sánchez Ilabaca citado por Alicia Hermida "Las NTIC son tecnologías que procesan, almacenan, sintetizan, recuperan y presentan información representada de la más variada forma."⁴. Algunos ejemplos de estas tecnologías son los CD-ROM, las multimedias, las videoconferencias, Internet, entre otros.

Cuando nos referimos a las TIC aplicadas a un contexto educativo, estamos pensando en el uso de medios que se centran en el aprender, de manera que un uso efectivo de los mismos estará en función de la propuesta metodológica que se plantee y el modelo de aprendizaje que lo sustente.

Entendemos por medios a una forma de representar la información, que permita pensar, que facilite el aprender, generando un entorno flexible de aprendizaje, ayudando al desarrollo de habilidades y a las diferentes formas del aprender, respetando los ritmos y distintos estilos de los alumnos, logrando múltiples representaciones de la realidad. Es en este sentido que los medios significan, modifican e influyen en los contenidos.

⁴ Hermida A. Las nuevas tecnologías aplicadas a la orientación pedagógica y a la gestión de la supervisión disponible en <http://www.memfod.edu.uy/modulos/modulos/modulo5/Hermida/ModVCapI/Hermida.pdf>

1.4 LAS COMPUTADORAS, LAS TELECOMUNICACIONES Y LA EDUCACIÓN A DISTANCIA

El desarrollo de las computadoras, de las redes de computadoras, el incremento en la capacidad y velocidad de los procesadores y el galopante incremento de la capacidad de almacenamiento electrónico han sido fuerzas muy dinámicas que han afectado a la educación en general y especialmente a la educación a distancia, proporcionándole un nuevo, poderoso e interactivo medio para reducir las barreras de tiempo y espacio, para poder llegar a sus objetivos.

Las aplicaciones de las computadoras a la educación pueden dividirse en las clasificaciones generales siguientes:

- **Educación Asistida por Computadora** (*computer-assisted instruction (CAI)*) - Utilizan la computadora para presentar lecciones completas a los alumnos. En el mercado existen muchos ejemplos de programas o discos compactos (CD) para enseñar algún tema en particular, en el que todo el material necesario está contenido en el programa.
- **Educación Administrada por Computadora** (*computer-managed instruction (CMI)*) - Las computadoras se emplean para organizar las tareas y los materiales y para mantener registro de los avances de los estudiantes. Ello necesariamente no implica que los materiales de estudios sean enviados mediante correo electrónico u otras vías informáticas.
- **Educación con Multimedia a través de Computadora** (*computer-based multimedia (CBM)*) - Es un importante medio, en continuo perfeccionamiento, que posibilita integrar voz, sonido, video, animaciones, interacción y otras tecnologías computacionales en sistemas integrados y fácilmente utilizables y distribuibles.
- **Educación por medio de Computadoras** (*computer-mediated education (CME)*) - Se refiere a las aplicaciones de las computadoras que permiten el envío de materiales de aprendizaje. Incluye el correo electrónico, grupos de noticias, foros de discusión, Internet, páginas Web. Es el medio con el más grande e importante crecimiento y desempeña y continuará desempeñando un rol decisivo en la Educación a Distancia.

1.5 ¿QUÉ ES EDUCACIÓN A DISTANCIA?

La Educación a Distancia es entendida de diversas maneras por instituciones y especialistas. A continuación se presentan algunas de estas definiciones:

- La Combinación de educación y tecnología para llegar a su audiencia a través de grandes distancias es el distintivo del aprendizaje a distancia. Esto viene a ser un medio estratégico para proporcionar entrenamiento, educación y nuevos canales de comunicación para negocios, instituciones educativas, gobierno, y otros públicos y agencias privadas. Con pronósticos de ser uno de los siete mayores desarrollos en el área de la educación en el futuro, la educación a distancia es crucial en nuestra situación geopolítica como un medio para difundir y asimilar la información en una base global.- (*Texas A&M University*).
- Educación a Distancia es distribución de educación que no obligan a los estudiantes a estar físicamente presentes en el mismo lugar con el instructor. Históricamente Educación a Distancia significaba estudiar por correspondencia. Hoy el audio, el video y la tecnología en computación son modos más comunes de envío. (*The Distance Learning Resource Network DLRN*).
- El término Educación a Distancia representa una variedad de modelos de educación que tienen en común la separación física de los maestros y algunos o todos los estudiantes (*University of Maryland*).
- A su nivel básico, la Educación a Distancia se realiza cuando los estudiantes y maestros están separados por la distancia física y la tecnología (voz, video, datos e impresiones) a menudo en combinación con clases cara a cara, es usada como puente para reducir esta barrera (*Distance Education at a Glance*).
- El Programa de Educación a Distancia ha sido concebido como un medio de educación no formal que permite integrar a personas que, por motivos culturales,

sociales o económicos no se adaptan o no tienen acceso a los sistemas convencionales de educación. Se orienta a ofrecer opciones de capacitación con demanda en las economías zonales y regionales. (Universidad ORT, Uruguay).

Del análisis de las valoraciones antes señaladas pueden identificarse tres aspectos esenciales que caracterizan la Educación a Distancia:

- Separación de los maestros y estudiantes, al menos en la mayor parte del proceso,
- El uso de los medios tecnológicos educativos para unir a maestros y estudiantes,
- El uso de comunicación en ambos sentidos entre estudiantes e instructores.

En resumen puede asumirse la Educación a Distancia, como el proceso de enseñanza-aprendizaje que se realiza cuando entre los alumnos y el profesor media una distancia física real y asincrónismo en el tiempo.

En diversos contextos educativos se utilizan términos o denominaciones directamente relacionadas con la educación a distancia, entre estos se tienen:

Aprendizaje a distancia (*Distance Learning*). La escuela y el instructor controlan la educación a distancia pero el aprendizaje es responsabilidad del estudiante. El estudiante es responsable de obtener el conocimiento, comprensión o aplicación a través del proceso educativo.

El aprendizaje es el resultado de la educación. El maestro proporciona el ambiente que hace posible el aprendizaje, pero el alumno es el que lo realiza.

El aprendizaje a distancia puede ser considerado un producto de la Educación a Distancia.

Aprendizaje abierto (*Open Learning*). Aprendizaje abierto es una posibilidad de acceso a las oportunidades educativas. Busca abrir las oportunidades a grupos de la población que tradicionalmente carecían de los prerequisites de la educación superior. El aprendizaje abierto cambió la concepción de que la educación debe ser conducida dentro de un calendario prescrito y en un medio formal escolar. El aprendizaje abierto fue encabezado en Inglaterra desde 1970 a través de Open University system.

Aprendizaje distribuido (*Distributed Learning*). El aprendizaje distribuido, también conocido como redes de aprendizaje, combina diferentes modos de envío electrónico. Está caracterizado por grupos de usuarios y modos de comunicación, todos mediante computadoras. El aprendizaje distribuido está combinando cada vez más redes internas de computadoras (Intranets) corriendo en LANs (Redes locales) e Internet.

Aprendizaje flexible (*Flexible Learning*). El Aprendizaje Flexible busca optimizar cada oportunidad de educación. Reconoce que no todos los estudiantes aprenden de la misma manera. El aprendizaje flexible se enfoca a las estrategias de aprendizaje de los estudiantes individualmente. Usando todas las estrategias y técnicas disponibles para maximizar el proceso de educación. El aprendizaje flexible procura ser centrado en el estudiante, dando énfasis en la responsabilidad de los estudiantes, en el aprendizaje para capacitarse y en el ritmo de avance individual.

A nivel básico la Educación a Distancia se realiza cuando los maestros y estudiantes están físicamente separados y las tecnologías (video, voz, datos, e impresos) se utilizan combinadas con actividades presenciales para reducir los efectos de las distancias en el aprendizaje.

Los programas de Educación a Distancia están proporcionando a los adultos una segunda oportunidad de estudios superiores y están ayudando a quienes tienen limitaciones de tiempo, distancia, trabajo o limitaciones físicas, a actualizar los conocimientos requeridos en sus trabajos.

1.6 ¿ES EFECTIVA LA EDUCACIÓN A DISTANCIA?

Para Moore & Thompson y Verduin & Clark citado por Infomed “Muchos educadores se preguntan si los estudiantes a distancia aprenden lo mismo que los estudiantes tradicionales. Los investigadores que han comparado los métodos de educación a distancia con las formas tradicionales han concluido que la Educación a Distancia puede ser tan efectivo como las formas tradicionales de educación presencial, cuando se utilizan

los métodos y tecnologías adecuadas, esto es, cuando existe interacción entre los estudiantes y cuando disponen de retroalimentación oportuna de parte del profesor”⁵

Una de las preguntas claves asociadas con la tecnología educativa es si contribuye o no al aprendizaje de los estudiantes. Se han utilizado dos enfoques principales para investigar a los medios de comunicación. Se compara el medio nuevo (radio, t.v. computadora), con un salón tradicional. En estos estudios se compara la Educación a Distancia con los métodos tradicionales utilizados en el salón de clases. Muchos estudios han demostrado que no existe diferencia significativa en los logros alcanzados como resultado de las comparaciones. El resultado alcanzado por los estudiantes no está en función del modo de enseñanza. Algunos estudios han encontrado rendimientos más altos de los estudiantes cuando se utilizaron programas interactivos de computadoras, incluyendo correo electrónico, video de un sentido o dos vías de comunicación y multimedia.

Otros estudios se han centrado en el contexto de aprendizaje más que en algún medio específico de envío. Estos estudios han mostrado que los estudiantes obtienen mejores resultados cuando se combinan varios medios de envío y técnicas de enseñanza. Han estudiado los efectos del uso de la videoconferencia de escritorio utilizada para evaluar el trabajo de otros compañeros o el efecto de participar en grupos de trabajo amplios. La interacción entre grupos colaborativos de trabajo y las nuevas tecnologías educativas generalmente producen resultados positivos en los estudiantes.

Finalmente, algunos estudios han identificado varios factores que parecen tener particular importancia en la Educación a Distancia. Un alto nivel de motivación de los estudiantes, trabajo fuerte y ético, soporte académico y técnico a los estudiantes son medidas que generalmente producen buenos resultados en los estudiantes. El soporte a los estudiantes ha sido definido no sólo como el hecho de proporcionar actividades académicas, sino también la identificación y solución de los problemas de los estudiantes, proporcionar oportunidades para interacción entre estudiantes y con los maestros, y la habilidad de mantenerlos motivados a través del seguimiento de los logros alcanzados y la retroalimentación.

⁵ Infomed. Disponible en: <http://www.sld.cu/libros/distancia/cap1.html#Capítulo%201>.

1.7 ELEMENTOS CLAVES EN EDUCACIÓN A DISTANCIA

Pueden identificarse como elementos claves del proceso de Educación a Distancia los siguientes:

Estudiantes: Independientemente del contexto en que se desarrolle la educación, el papel de los estudiantes es aprender. Esta es una tarea generalmente intimidante que en la mayoría de los casos requiere motivación, planeación y la habilidad para analizar y aplicar los conocimientos que aprende. Cuando la educación es a distancia tienen una carga especial por que se encuentran separados de sus compañeros, y no tienen cerca de ellos con quién compartir sus intereses y conocimientos. Por otro lado, con las nuevas tecnologías, tienen ahora la posibilidad de interactuar con otros compañeros que viven en medios muy posiblemente distintos al suyo, y enriquecer su aprendizaje con las experiencias de los demás, además de la experiencia de sus maestros.

Maestros: La efectividad de cualquier proceso de educación a distancia descansa firmemente en los hombros de los maestros. En un salón de clases tradicional, las responsabilidades del maestro incluyen además de determinar el contenido específico del curso, entender y atender las necesidades particulares de los estudiantes. En la educación a distancia los maestros deben además:

- Desarrollar una comprensión y conocimiento de las características y necesidades de sus estudiantes a distancia con muy poco o ningún contacto personal.
- Adaptar los estilos de enseñanza, tomando en consideración las necesidades y expectativas de una audiencia múltiple y diversa.
- Conocer la forma de operar de la tecnología educativa mientras conserva su atención en su papel de educador.
- Funcionar efectivamente como facilitador y como proveedor de contenidos.

Asesores o Tutores: son personas que fungen como apoyo a los profesores y se utilizan en lugares distantes a la sede principal. Por ejemplo en otro país, con el desarrollo de la universalización de la enseñanza se designan tutores en cada municipio pueblo o

comunidad. El tutor o proporciona asesoría, apoyo a los estudiantes, es un puente entre los estudiantes y el maestro principal. Pueden desarrollar funciones como instalación de equipo y software, acopian trabajos y tareas, aplican exámenes, en fin laboran como profesores en ese entorno.

Personal de Apoyo: Son los encargados de que los innumerables detalles técnicos y de comunicación requeridos en un proceso de educación a distancia funcionen efectivamente.

Administradores o Directores: Estos funcionarios están directamente relacionados con la planeación e instrumentación de los programas de educación a distancia. Una vez que están en operación los programas logran la coordinación entre el personal de soporte, técnico, académico para asegurar que existan los recursos materiales, tecnológicos y humanos para alcanzar los objetivos de la institución. Mantienen el enfoque académico de los programas de educación a distancia.

1.8 VENTAJAS DE LA EDUCACIÓN A DISTANCIA

Actualmente muchos profesores inmersos en lo programas de educación a distancia opinan que las oportunidades ofrecidas por la Educación a Distancia superan los obstáculos que presenta el uso de la tecnología. Inclusive muchos valoran que la preparación que requieren los cursos los ayuda a mejorar su desempeño como docentes. Los retos que significa la educación a distancia son compensados por las oportunidades de:

- Alcanzar una mayor audiencia de estudiantes.
- Satisfacer las necesidades de los estudiantes que no pueden asistir a las clases regulares en las universidades por limitaciones de trabajo, tiempo o espacio.
- Involucrar en las clases la participación de expertos de otras áreas que se localicen en cualquier parte y que de otra manera no estarían accesibles para los estudiantes.
- Reunir estudiantes de diferentes ambientes culturales, económicos, sociales y con variadas experiencias laborales y de conocimientos.

- Hacer accesible la educación y capacitación a estudiantes en áreas apartadas.
- Permitir que estos puedan continuar con sus estudios sin tener que dejar de trabajar y recibir un salario.
- Lograr que los estudiantes pueden recibir asesorías de los maestros expertos más calificados.
- Desarrollar capacidades en los educandos de pensamiento crítico, reflexivo y autoaprendizaje.

Desde el punto de vista estrictamente educativo, es decir, desde la perspectiva de la creación, producción, difusión y evaluación crítica de conocimientos, la tecnología se puede aplicar en cuatro sentidos fundamentales:

1. Como ayuda a la enseñanza.
2. Como apoyo directo al aprendizaje.
3. Como instrumento analítico para pensar sistémicamente la educación.
4. Como ayuda a la investigación intelectual, científica o la creación artística.

Las TIC tienen un enorme impacto positivo en los procesos educativos. Los beneficios se reportan en economía de tiempo; en mayor individualización a las necesidades específicas de cada usuario; en facilitar el aprendizaje de contenidos gracias a una mayor conexión audiovisual, sensorial y secuencial de los temas, materias estudiadas; en acortar distancias geográficas; en comunicar con rapidez a múltiples personas de manera simultánea; en agilizar la difusión de hallazgos, investigaciones y conocimientos; en la interacción del estudiante con la experiencia de aprendizaje y muchas mas.

1.9 ¿QUÉ ES SEPAD?

Existen diversas plataformas que permiten la implementación de cursos y programas de formación a distancia, una de ellas ha sido desarrollada en la UCLV y se conoce como Sistema de Enseñanza Personalizado A Distancia (SEPAD).

El SEPAD es una plataforma para la tele formación cuya aspiración principal es llevar la educación a todos independientemente de su capacidad tecnológica o de conectividad. Para ello cuenta con varias interfaces que van desde el clásico ambiente Web para usuarios que tienen la posibilidad de conexión en línea, o un cliente para acceder a los

servicios de la plataforma a través de protocolos de correo electrónico o la versión multimedia capaz de ejecutarse sin necesidad de conexión alguna. Además cuenta con una herramienta para la elaboración de los cursos que no requiere de conexión en línea, este herramienta facilita la construcción de un curso de forma muy sencilla. La plataforma cuenta con un aula virtual donde se acceden a los materiales didácticos, búsquedas, autoevaluaciones, calificaciones y los servicios de tutorías como son la mensajería interna, los foros de debates, el sistema de anuncios, las noticias y las salas de Chat temáticas. Desde el punto de vista de los tutores y profesores el sistema cuenta con ambientes donde estos pueden seguir el proceso de aprendizaje de sus alumnos.

SEPAD busca promover vías alternativas a las ya existentes en el campo de la enseñanza asistida por computadoras. Para ello toma como punto de partida el nuevo estilo de aplicaciones sobre Web para crear un cliente con todas las capacidades multimedia clásicas de imagen, sonido y vídeo. A esto se añade un procesamiento centralizado que permite llevar el control individual de los objetivos vencidos permitiendo conocer en cada momento el estado en que se encuentran cada uno de los usuarios del sistema y nivel de respuesta ante temas de cada curso.

Consta de las partes siguientes:

1. Servidor SEPAD montado sobre un servidor Web el cual puede ser accedido desde cualquier computadora conectada a este con solo tener un navegador Web.
2. Herramientas de publicación de cursos (SepadDHP).

La estructura metodológica de la versión 1.5 consta de la Modalidad Académica, y cada modalidad puede contener uno o varios Módulos.

La Modalidad Académica tiene una funcionalidad bien definida, puede ser un Diplomado, Curso, Entrenamiento, Doctorado, Maestría, etc. Asociado a esta aparece el coordinador, cuya función es ser el responsable de la modalidad y todos sus módulos, velar por el claustro de profesores, atender las solicitudes de matrículas así como crear los nuevos Módulos y designar sus profesores principales. Las modalidades tienen cada una sección de Generalidades que sería similar al prólogo de un curso en la versión 1.2, pero con más información, entre esta: la presentación del claustro y de los módulos que contiene.

El Módulo en esta versión equivale al Curso en la anterior. Lo novedoso es la incorporación de un profesor responsable del módulo y la formación de sus grupos atendidos por un tutor, este último tiene que ser parte del claustro de la modalidad. Por lo que puede decirse que se habilita en esta versión una nueva figura docente: el tutor.

La modalidad académica debe crearse en línea y los módulos deben publicarse con la herramienta de publicación por los profesores principales.

De ahí que en la versión 1.5 la estructura queda constituida de la forma siguiente:

- Modalidad Académica.
- Módulos.
- Lecciones.
- Materiales.
- Auto evaluaciones.

En cuanto a los roles de los agentes implicados en el proceso de educación a distancia, puede afirmarse que quedan constituidos por los siguientes:

- Administrador.
- Coordinador de la modalidad académica.
- Profesor Principal del módulo.
- Tutor del subgrupo tutorado.
- Alumno.
- Usuario.

Estos roles tienen diferentes niveles de privilegio, donde el administrador los posee todos, los del resto son relativos en dependencia de la sección donde se encuentre. Por ejemplo el coordinador de una modalidad académica puede ser alumno para otra modalidad donde esté matriculado, o el caso de un usuario sin acceso a una modalidad donde no esté matriculado.

1.10 SERVICIOS DE USUARIOS PROVISTOS POR EL SISTEMA

Para matricularse en SEPAD el usuario dispone de la opción del módulo de autenticación. Los datos que se solicitan son:

- Nombre y Apellido.

- identificador
- Contraseña.
- Correo electrónico.
- Razón por la cual solicita la matrícula.
- Dirección
- Perfil laboral.
- Perfil investigativo.

La aceptación de la matrícula no se informa automáticamente, sino que se notifica a través de la dirección de correo electrónico brindada en el formulario o en caso contrario deberá contactar con el administrador del SEPAD. Para usuarios que han hecho uso del SEPAD con anterioridad solo debe registrarse en el módulo de autenticación mediante el identificador y la contraseña.

Una vez autenticado, el usuario con privilegio de estudiante dispone de los privilegios siguientes:

- Cambiar contraseña: Posibilita al usuario modificar su clave de acceso.
- Mensajería: Consiste en un correo interno, o sea, solo para los usuarios matriculados en el sistema. Este es uno de los servicios más importantes en el proceso de aprendizaje ya que permite la comunicación alumno-alumno, alumno-profesor y de todo estos con la asistencia técnica del sistema.
- Chat: El Chat es otro de los servicios que mantiene la comunicación entre los alumnos y de estos con los profesores. El Chat en la nueva versión es multisala. En este se puede configurar quiénes pueden conversar (transmitir información) y quiénes solo pueden recibir información. Además permite el envío de mensajes privados.
- Aula Virtual: En esta nueva versión se reorganizaron todos los servicios académicos en el aula virtual. Allí se encuentra la navegación de lecciones, las auto evaluaciones, reportes, foros, salas de Chat del módulo, sistema de anuncios, etc.
- Clasificaciones: Este servicio provee un formulario de consulta para las calificaciones en las autoevaluaciones.

- Sistema de Anuncios: Esta sección permite dejar anuncios cortos para cada modalidad con la posibilidad de que expiren pasado un tiempo especificado. Todos pueden poner anuncios y quien los pone puede eliminarlos o modificarlos.
- Noticias: El envío de mensajes se hace mediante correo electrónico (que no va a un destinatario concreto, sino a una computadora especializada o “servidor de noticias”). El acceso a los grupos suele hacerse mediante programas incluidos en los navegadores o en los programas de correo. Las noticias al igual que los anuncios pueden ser publicadas por todos y quien las publica puede eliminarla o modificarla.
- Descargas: Este servicio consiste en un conjunto de enlaces a herramientas del sistema, actualizaciones, manuales de usuario, tutoriales, etc.

1.11 CONSIDERACIONES FINALES

Lo abordado en este capítulo ha permitido constatar la importancia y el rol que desempeñan las TIC en la enseñanza, más aún en la modalidad de educación a distancia, donde los alumnos se encuentran habitualmente a grandes distancias físicas de los centros de estudio y los profesores.

La aplicación de las TIC en cursos a distancia puede ayudar a un acercamiento entre profesores y alumnos. Específicamente las plataformas para el desarrollo de cursos a distancia son herramientas que aportan tecnológicamente un soporte para la implementación de esta modalidad de enseñanza. Al respecto se analizó la plataforma SEPAD que será usada para la implementación de un curso sobre micromáquinas eléctricas. La selección de esta plataforma está motivada por el conjunto de servicios para alumnos y profesores, así como las facilidades de edición de dichos cursos.

CAPÍTULO 2 ACERCA DE MICROMÁQUINAS ELÉCTRICAS

Las máquinas eléctricas son dispositivos convertidores de energía, cuando la conversión se realiza de mecánica a eléctrica se dice que es una máquina eléctrica generadora y cuando se efectúa en sentido inverso se está en presencia de un motor.

Los motores eléctricos son usados eficientemente para convertir la energía eléctrica en energía mecánica. El magnetismo es la base de su principio de funcionamiento. Ellos usan imanes permanentes, electroimanes, y mundialmente se explotan las propiedades magnéticas de los materiales para crear cada día nuevas máquinas asombrosas.

Hay varios tipos de motores eléctricos disponibles hoy en día. Hay dos clases principales de motores: el de CA y DC. Los motores del CA requieren una corriente alterna para hacerles trabajar. Los motores de DC requieren una corriente directa. Existen los motores universales que pueden trabajar en cualquiera de los dos tipos de alimentación. No sólo es la construcción de los motores diferente, los medios de control de la velocidad para cada uno de estos motores varía, aunque los principios de conversión energía son comunes a ambos.

Cuando estas máquinas se utilizan en dispositivos de poca potencia y construcciones muy específica se les denomina micromáquinas. Estas juegan un papel fundamental en la sociedad moderna, pueden encontrarse en disímiles lugares, como por ejemplo: en los hogares de países industrializados pueden existir como promedio 50 micromotores eléctricos.

2.1 REQUISITOS TÉCNICOS QUE DEBEN CUMPLIR. CONFIABILIDAD

Los motores eléctricos de propósito general constan de requisitos independientes de su principio de funcionamiento y de su construcción. Los requisitos para este tipo de máquina son:

1. Indicadores energéticos altos (eficiencia y factor de potencia).
2. Tiempo de servicio prolongado.
3. Bajo costo.
4. Construcción y tecnología sencilla.

5. Su reparación debe ser fácil.

Los micromotores cumplen determinados requisitos de acuerdo a la rama de utilización y por tanto requieren un conjunto de características que los diferencian de los motores de propósito general.

Los micromotores que operan como elementos de un sistema de control y regulación automáticos e instrumentos deben cumplir los requisitos siguientes:

1. Alta exactitud de conversión de las magnitudes iniciales.
2. Estabilidad de las características de salida.
3. Gran rapidez de acción.
4. Alta confiabilidad.

La confiabilidad de una micromáquina eléctrica es la capacidad que esta tiene de funcionar sin fallos en el transcurso de un tiempo dado y para determinadas condiciones de explotación.

La confiabilidad es uno de los indicadores técnico-económicos fundamentales de las micromáquinas eléctricas. Las micromáquinas utilizadas en los sistemas en régimen de corta duración, cuyos tiempos de servicio se calculan en minutos, deben tener la más alta confiabilidad.

Para aumentar la confiabilidad de las micromáquinas eléctricas es necesario:

1. La modernización de la construcción.
2. El mejoramiento de la tecnología de fabricación.
3. El aumento de la calidad de los aislantes.
4. Respetar las condiciones de explotación establecidas por los fabricantes.

Un concepto muy ligado al de confiabilidad de las micromáquinas eléctricas es el de la Durabilidad. Como indicador de la durabilidad puede servir el tiempo de servicio desde el inicio de la explotación hasta el desgaste normal o físico. El tiempo de servicio de las micromáquinas eléctricas se establece teniendo en cuenta su asignación de trabajo y también criterios económicos.

Por durabilidad óptima, según criterio económico, se entiende el tiempo de servicio mediante el cual, los gastos de utilización durante todo el periodo de explotación, referidos al tiempo de trabajo, sean mínimos. Tanto para la confiabilidad como para la

durabilidad existen tablas de consulta (fabricantes), donde se exponen parámetros por tipos de máquinas como son: fallos por hora, tiempo de duración, etc.

2.2 CLASIFICACIÓN DE LAS MICROMÁQUINAS

Las micromáquinas pueden clasificarse de diferentes formas. Según su designación y la rama de utilización pueden ser divididas en dos grandes grupos.

1. Micromáquinas eléctricas de propósito general: en este grupo se encuentran los micromotores a colector, asíncronos y síncronos.
2. Micromáquinas eléctricas de los mecanismos automáticos e instrumentos: estas pueden ser divididas en subgrupos dependiendo de las funciones a realizar.
 - De fuerza: son las que transforman la energía eléctrica en mecánica.
 - De información: transforman el movimiento en señales eléctricas.
 - Convertidoras de magnitudes y forma del voltaje, frecuencia y amplificadoras de potencia.

En dependencia del principio de operación vigente pueden ser motoras o generadoras.

2.3 MICROMOTORES ELÉCTRICOS

Los micromotores eléctricos pueden ser de corriente alterna (C.A) o de corriente directa (C.D), denominación que reciben en dependencia de la fuente de suministro que poseen.

Los micromotores eléctricos pueden ser de los tipos siguientes:

- Micromotores de CD.
- Micromotor asíncronos.
- Micromotores universales.
- Micromotores síncronos.

Para el estudio de cualquiera de estos tipos debe garantizarse para una mejor comprensión de estos abarcar los aspectos siguientes:

- Principios de funcionamiento.
- Características constructivas.

- Control de velocidad.
- Características dinámicas.

2.3.1 MICROMOTORES DE C.D

En dependencia de cómo se establece el campo magnético el micromotor de corriente directa puede ser de imán permanente, llamada excitación magnetoeléctrica o de electroimán llamada electromagnética.

Atendiendo a la manera en que se efectúa el proceso de rectificación se establecen dos tipos fundamentales de micromotores de CD:

1. Micromotores con contacto deslizantes.
 - Rotor de tambor (convencional).
 - Rotor hueco no magnético. (figura 2.1)
 - Rotor de disco. (ver figura 2.2)
2. Micromotores sin contacto deslizante.

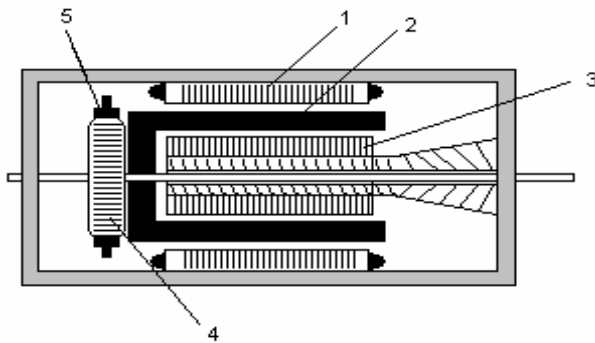


Figura 2.1. Representación esquemática de un micromotor de C.D de rotor hueco no magnético. (1) estator exterior, (2) armadura, (3) estator interior, (4) colector, (5) escobillas.

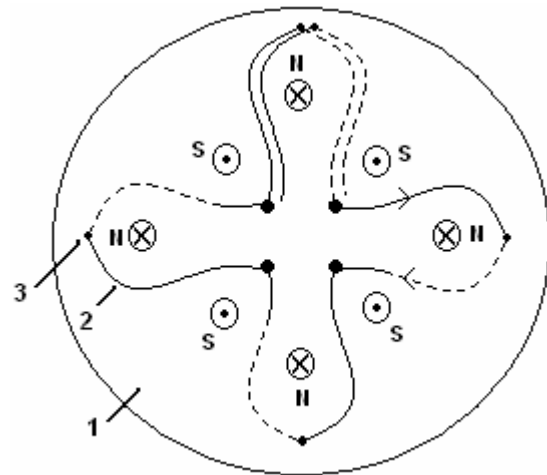


Figura 2.2 .Representación esquemática de un micromotor de C.D de rotor tipo disco. (1) representa un disco fino no magnético, (2) conductores del enrollado, (3) orificios.

El principio de operación de los micromotores de C.D es el mismo que el de los motores de corriente directa de propósito general.

2.3.2 MICROMOTORES UNIVERSALES A COLECTOR

Se denominan micromotores universales a colector (figura 2.3 a y b) a aquellos micromotores que pueden trabajar a partir de una red de CD y también de una red monofásica de CA. La construcción de estos micromotores no se diferencia mucho de la construcción de los micromotores de CD a colector, sin embargo todo su sistema magnético (estator y rotor) se fabrica laminado y el enrollado de excitación se hace seccionado.

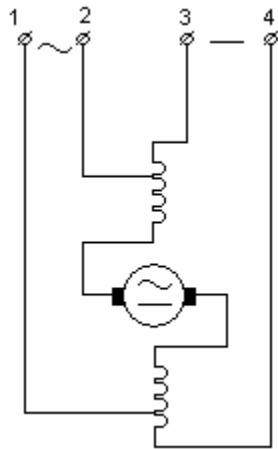


Figura 2.3. (a) Representación esquemática de un micromotor universal.



Figura 2.3 (b)
Representación real de un micromotor universal.

El micromotor universal a colector puede diseñarse con excitación serie, paralela o independiente. Actualmente los micromotores universales a colector solo se fabrican con excitación serie. Por lo tanto el micromotor universal es conocido como el motor serie CA o como el motor con conmutador CA.

2.3.3 MICROMOTORES ASINCRÓNICOS

El principio de funcionamiento de estos micromotores es similar al de los motores asincrónicos monofásicos convencionales, la diferencia esencial está en que estos poseen la resistencia del rotor alta. Esto está ligado con el requisito de garantizar la estabilidad estática de la característica mecánica del microservomotor en toda la gama de trabajo de las velocidades ($s = 1$ a 0). La resistencia debe ser tal que garantice que la característica de momento electromagnético sea prácticamente lineal, lo cual es un requerimiento en los sistemas de control. Ver figura (2.4).

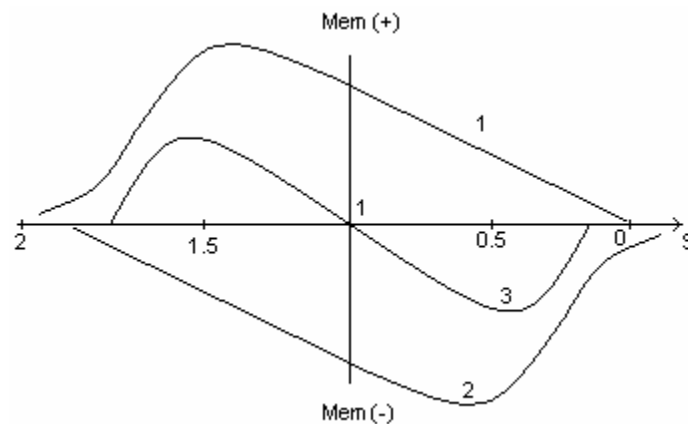


Figura 2.4. Característica de momento electromagnético de un motor bifásico de control. (1) momento desarrollado por el campo positivo; (2) momento desarrollado por el campo negativo; (3) momento electromagnético resultante.

Según la construcción del rotor se diferencian tres tipos fundamentales de micromotores asincrónicos:

- Con rotor tipo “jaula de ardilla”.
- Con rotor hueco no magnético.
- Con rotor hueco ferromagnético.

Estos últimos se diseñan para disminuir la inercia en el rotor y garantizar una rápida respuesta.

2.3.4 MICROMOTORES SINCRÓNICOS

Los micromotores sincrónicos tienen como característica fundamental que operan a velocidad constante. En dependencia de las funciones que realicen en los sistemas de control o mecanismos, se clasifican en: rotación continua, de rotación continua con velocidad reducida, y por pasos.

2.3.4.1 MICROMOTORES SINCRÓNICOS DE ROTACIÓN CONTINUA

Dependiendo de la construcción del rotor, de la estructura y del material que en gran medida determinan la naturaleza del surgimiento del momento electromagnético y de las propiedades de trabajo, estos micromotores pueden ser divididos en tres tipos:

- De imán permanente.(figura 2.5)
- De reluctancia. (figura 2.6)
- De histéresis.

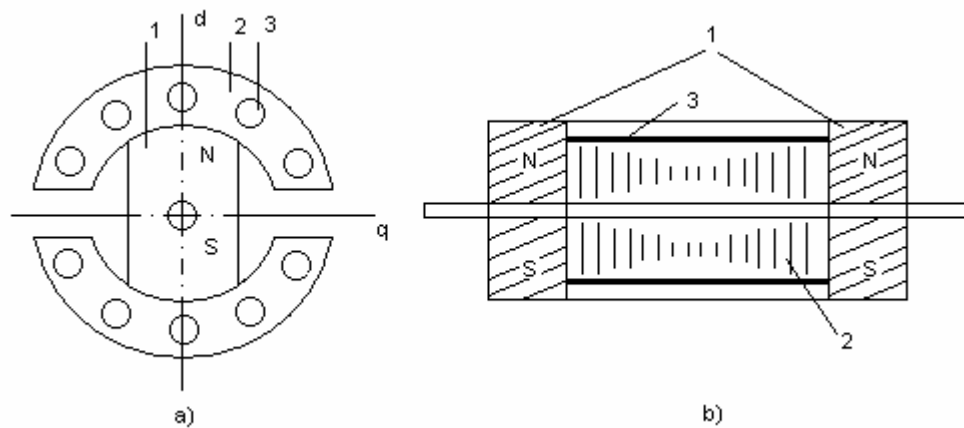


Fig. (2.5). Esquemas de construcción de los rotores de los micromotores sincrónicos con imanes permanentes: 1- imanes permanentes, 2- núcleo de acero, 3- barras del enrollado cortocircuitado.

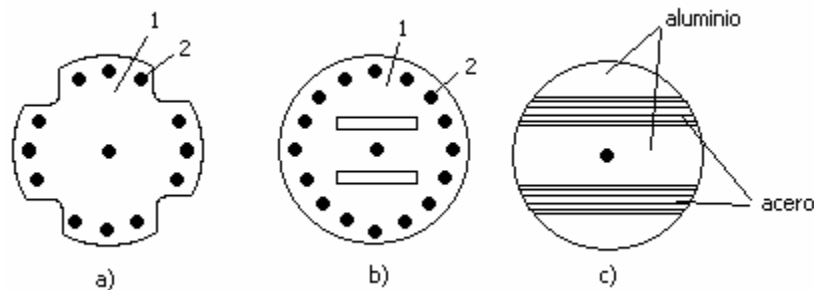


Fig. (2.6) Esquema de construcción de los rotores de los micromotores de reluctancia.

(1)- núcleo de acero), (2)- barras del enrollado cortocircuitado.

2.3.4.2 MICROMOTORES SINCRÓNICOS DE ROTACIÓN CONTINUA CON VELOCIDAD REDUCIDA

Los micromotores sincrónicos (μ MS) vistos hasta ahora que operan en redes de 50, 60, 400 y 1000 Hz presentan velocidades de giro de 1000 rpm o más. Eso es un problema, ya que en muchos sistemas automáticos se requieren velocidades más bajas. Los reductores mecánicos resuelven este problema, pero no se recomiendan ya que aumentan: el peso, espacio, nivel de ruido y el costo.

Los μ MS que pueden girar a velocidades constantes por debajo de la sincrónica, se logran mediante cambios que se practican en el diseño de la máquina.

Según el régimen de excitación se dividen en:

- Inductores con magnetización del rotor desde el estator, mediante un flujo de imanes permanentes.
- Los de reluctancia con excitación del rotor.(figura 2.7)

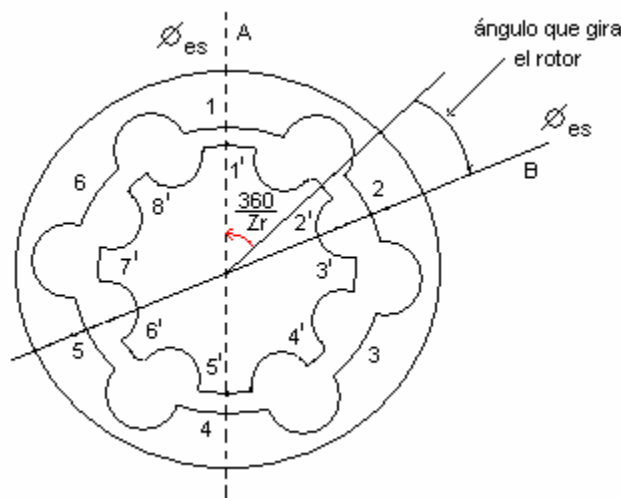


Figura 2.7. Representación esquemática de un micromotor sincrónico de reluctancia.

2.3.4.3 MICROMOTORES SINCRÓNICOS POR PASOS

Un micromotor por pasos (μ mp) es un dispositivo electromecánico capaz de transformar un pulso eléctrico en un movimiento mecánico rotacional finito. Como se comentó

anteriormente debido a una serie de pulsos eléctricos correctamente codificados, corresponde un incremento de giro del rotor denominado escalón o paso (*step*).

Según su principio de operación se dividen en:

- ❖ Micromotor por pasos de imanes permanentes (PM)
 - Con rotor tipo “jaula de ardilla”. (figura 2.8)
 - Rotor tipo disco. (figura 2.9)
- ❖ Micromotor por pasos de reluctancia variable
- ❖ Micromotor por pasos híbrido

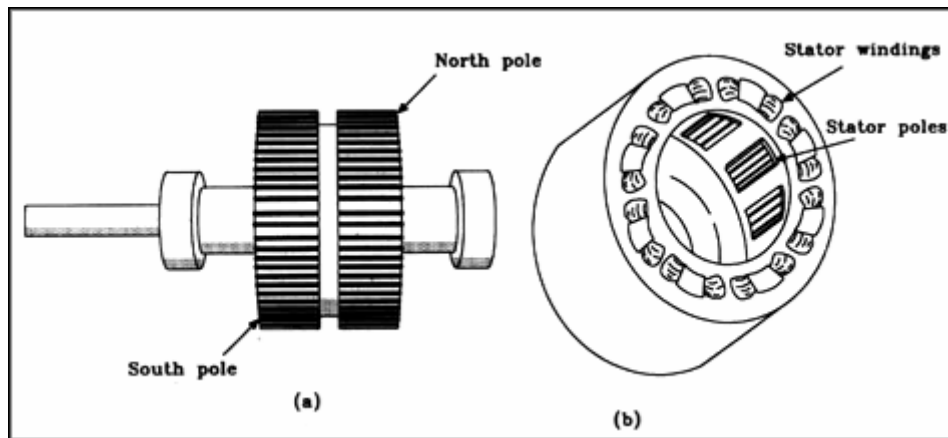


Figura 2.8. Representación esquemática de un μ mpp con rotor tipo “jaula de ardilla”.

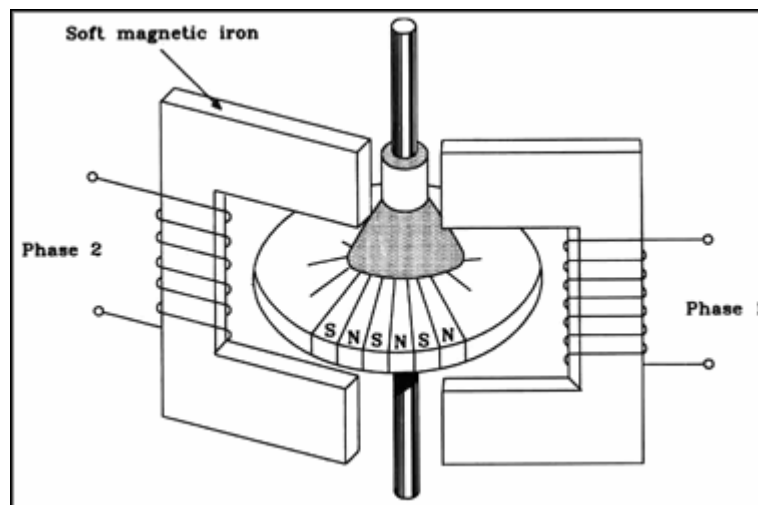


Figura 2.9. Representación esquemática de un μ mpp de imanes permanentes tipo disco.

2.4 TACOGENERADORES

Se le llama tacogeneradores a las micromáquinas eléctricas que trabajan en régimen generador y se utilizan para convertir la velocidad de giro en una señal eléctrica proporcional.

Según la construcción y el principio de funcionamiento los tacogeneradores se pueden dividir en tres grupos:

- Tacogeneradores de C.D (figura 2.10)
- Tacogeneradores asincrónicos de C.A (figura 2.11)
- Tacogeneradores sincrónicos de C.A

Los requisitos fundamentales que deben de cumplir los tacogeneradores son:

- El error de amplitud debe ser mínimo, siendo este la desviación de la característica de salida con respecto a la variación lineal.
- El error de fase debe ser mínimo siendo este la variación de la fase del voltaje de salida para una variación del régimen de trabajo.
- El factor de amplificación debe ser máximo.
- El momento de inercia del rotor debe ser pequeño.
- La constante de tiempo electromagnética debe ser pequeña.

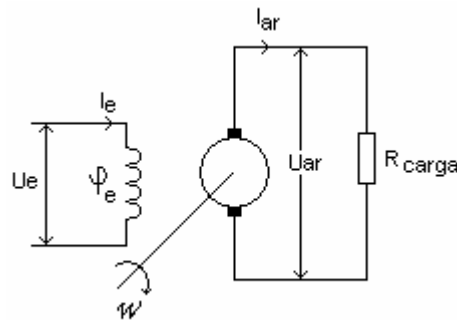


Figura 2.10 Circuito equivalente de un tacogenerador de C.D.

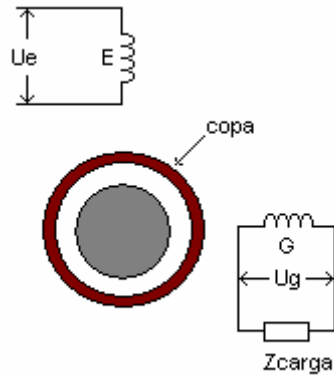


Figura 2.11 Representación esquemática de un tacogenerador de C.A.

2.5 SELSYNS

Los selsyns son micromáquinas eléctricas que poseen la propiedad de auto sincronización y son utilizados en los sistemas de acoplamiento con transmisores y receptores.

Los dispositivos de inducción de acoplamiento sincrónico se utilizan para la transmisión a distancia del desplazamiento angular o lineal (convertido en angular). En este caso entre el transmisor y el receptor solo existe acoplamiento eléctrico. Este acoplamiento eléctrico entre el transmisor y el receptor se conoce por el nombre de línea de transmisión. En este tipo de sistema la transmisión de la magnitud angular se efectúa sincrónica y gradualmente.

Los selsyns y los propios sistemas que se utilizan en los sistemas de inducción de acoplamiento sincrónico se pueden dividir en dos grupos:

- Trifásicos de fuerza: se emplean cuando se quiere o es necesario el giro sincrónico de dos motores que están alejados uno del otro. En tales esquemas el selsyns trabaja como transmisor o como receptor.
- Monofásicos.

2.5.1 SELSYNS MONOFÁSICOS

Los selsyns monofásicos pueden trabajar en dos regímenes:

❖ Como indicador

- Selsyns transmisor

- Selsyns receptor (figura 2.12)
- ❖ Como transformador
- ❖ Diferencial

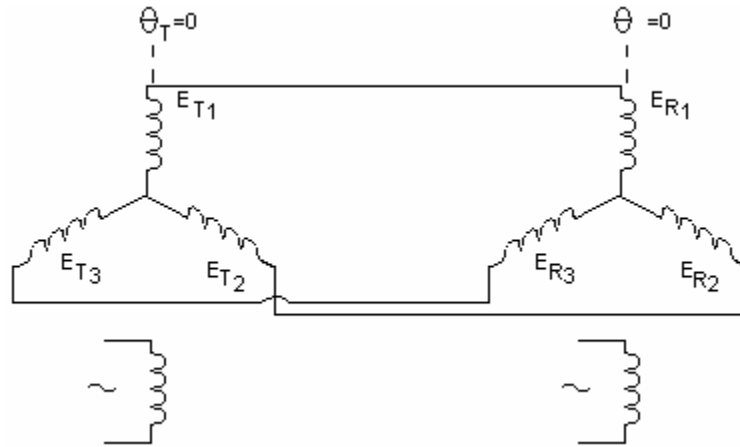


Figura 2.12 Circuito equivalente de un selsyns receptor

Para los regímenes del tipo indicador son posibles los esquemas siguientes:

- En pareja: Transmisor-Receptor.
- Múltiple: Trasmisor-Varios receptores.
- Diferencial: 2 Transmisores-Receptor.

Los requisitos fundamentales que deben cumplir los selsyns monofásicos son:

1. La exactitud estática y dinámica debe ser alta. La exactitud estática se determina por la magnitud del error de transmisión de ángulo en un régimen de giro lento. La exactitud dinámica se determina por la magnitud del error de transmisión de ángulo en un régimen de giro continuo.
2. La propiedad de sincronización en los márgenes de un giro o sea la propiedad del selsyns de ocupar solo una posición de concordancia estable en los límites de un giro.
3. Conservar la propiedad de sincronización para altas velocidades de giro.

2.6 APLICACIONES DE LAS MICROMÁQUINAS

Las micromáquinas tienen un campo de aplicación muy amplio, pues además de utilizarse en casi todos los mecanismos de control de procesos tecnológicos, su uso se ha

difundido en equipamiento de alta tecnologías en diferentes esferas (salud, geología, aeroespacial, comunicaciones, robótica, etc.). En resumen puede decirse que se encuentran formando parte de los sistemas de control y como elementos individuales para accionar diversos mecanismos.

Dada la importancia que tienen las micromáquinas y la sensibilidad requerida en su operación resulta imprescindible su adecuada selección.

El gran auge tecnológico alcanzado en las esferas de la construcción de máquinas eléctricas y la miniaturización de los dispositivos ha posibilitado el desarrollo de máquinas eléctricas muy pequeñas, conocidas como Nanomáquinas. La aplicación de las nanomáquinas comienza a difundirse paulatinamente en la industria, la salud (en equipos de diagnóstico y para el tratamiento de problemas de salud) y el hogar.

2.7 CONSIDERACIONES FINALES DEL CAPÍTULO

En este capítulo se ofrece una panorámica general sobre las micromáquinas eléctricas, sus clasificaciones, principios de operación, características constructivas, que sirven de base para el curso que se desarrolla en la plataforma SEPAD, donde los temas son tratados con una mayor profundidad. Debe señalarse además, que la estructuración metodológica del curso sigue el orden presentado en este capítulo.

CAPÍTULO 3. CURSO SOPORTADO EN SEPAD PARA MICROMÁQUINAS ELÉCTRICAS

Dentro del marco del perfeccionamiento de los planes de estudio en relación con favorecer la autopreparación del estudiante y a la par disminuir el número de horas lectivas de clases, se han desarrollado diversas estrategias, una de ella es utilizar plataformas de educación a distancia en los cursos regulares diurnos. En este capítulo se detalla un curso correspondiente a un tema de la asignatura de Maquinaria Eléctrica de la carrera de Ingeniería en Automática.

3.1 ESTRUCTURACIÓN GENERAL DEL CURSO

La estructura general dada al contenido de cada uno de los temas tratados en el curso puede observarse en la figura 3.1. Estos temas se agruparon en módulos, siguiendo el formato de publicación que brinda el SEPAD, ya explicado con anterioridad en el epígrafe 1.9, Capítulo 1. La estructura se concibió en cinco temas, dos de ellos de carácter general aplicables a cualquier tipo de micromáquinas y que se corresponden con los capítulos 1 y 5. Los tres restantes abordan los diferentes tipos de máquinas en dependencia de la función que realizan.

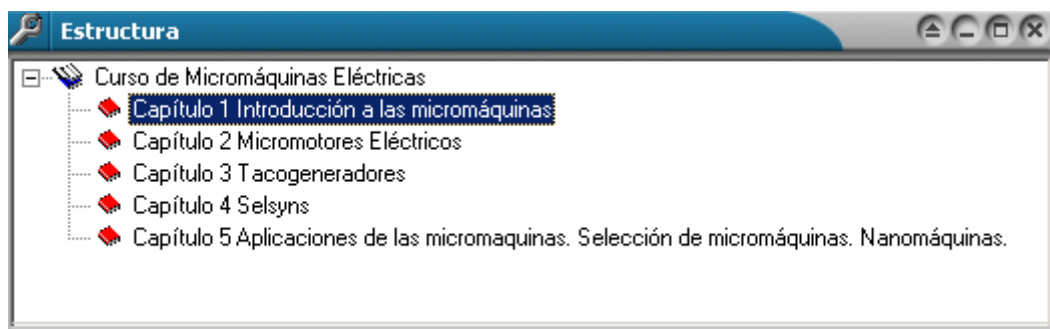


Figura 3.1

3.2 CONTENIDO TEMÁTICO DE LOS MÓDULOS

Los contenidos temáticos de cada tema se organizaron de manera que se sigue una secuencia de lo más simple a lo más complejo, con una lógica que contribuye a favorecer el aprendizaje de los alumnos. El tratamiento didáctico de las lecciones garantiza un lenguaje asequible con recursos gráficos estáticos y dinámicos que apoyan la comprensión de muchos aspectos.

A continuación se detalla el contenido temático de cada módulo.

3.2.1 TEMA 1: INTRODUCCIÓN A LAS MICROMÁQUINAS ELÉCTRICAS

Este primer tema como su nombre lo indica es introductorio al estudio de las micromáquinas y pretende familiarizar al estudiante con los roles que cumplen estas máquinas, las características que deben poseer y los tipos existentes, todo desde una perspectiva muy general.

Este tema se estructuró en los subtemas siguientes:

- Importancia de las micromáquinas eléctricas.
- Requisitos técnicos que deben cumplir. Confiabilidad.
- Clasificación de las micromáquinas

3.2.2 TEMA 2: MICROMOTORES ELÉCTRICOS

Los micromotores tienen una amplia aplicación en casi todas las esferas productivas y de servicios. Este tema es el más abarcador de todos los que comprende este curso. Los contenidos de este se han organizado respetando el orden histórico de surgimiento de estos tipos de máquinas, primero los de corriente directa, seguidamente los de corriente alterna asincrónicos y finalmente los de corriente alterna sincrónicos.

Se presenta un estudio detallado de sus principios de operación, así como de los métodos de control de velocidad más empleados.

La estructuración dada a este tema es la siguiente:

- Generalidades y clasificación
- Micromotores de C.D
 - Tipos fundamentales de micromotores de CD
 - Métodos de control de los microservomotores de CD
 - *Control por armadura*
 - *Control por campo*
 - *Control por pulso*
 - Características dinámicas de los microservomotores
- Micromotores universales a colector
- Micromotores asincrónicos
 - Tipos fundamentales de micromotores asincrónicos
 - Métodos de control de los microservomotores asincrónicos
 - *Control por amplitud*
 - *Control por fase*
 - *Control espacial*
 - *Control de amplitud- fase con un capacitor en el circuito de excitación*
 - *Control mediante la técnica de modulación de ancho de pulso (PWM)*
 - Características dinámicas
- Micromotores sincrónicos
 - Tipos fundamentales de los microservomotores sincrónicos
 - Micromotores sincrónicos de rotación continua
 - Uniformidad de giro de los micromotores sincrónicos
 - Micromotores sincrónicos de rotación continua con velocidad reducida
 - Micromotores sincrónicos por pasos
 - Métodos de excitación.
 - Modos de funcionamiento.
 - Comportamiento dinámico

Este segundo tema es el más extenso e importante del curso. Su importancia está dada porque en el se tratan los tres tipos de micromáquinas más difundidas en el mundo que operan con función motora.

3.2.3 TEMA 3: TACOGENERADORES

El tercer tema del curso aborda a los tacogeneradores, tal como se constató en el Capítulo 2, tienen como función convertir señales de posición o velocidad en voltaje. Las lecciones desarrolladas para este tema ejemplifican con claridad cómo operan dichas micromáquinas y las características o requisitos que deben satisfacer, de ahí que la organización de este tema sea la siguiente:

- Tipos fundamentales de tacogeneradores
 - *Tacogeneradores de C.D*
 - *Tacogeneradores asincrónicos de C.A*
 - *Tacogeneradores sincrónicos de C.A*
- Características dinámicas

3.2.4 Tema 4: Selsyns

Este cuarto tema del curso trata sobre los selsyns, su principio de operación, las características constructivas y las funciones que pueden realizar en esquemas automatizados de control. El tema se ha organizado de la forma siguiente:

- Generalidades y clasificación
- Construcción de los selsyns monofásicos
- Régimen indicador del trabajo de los selsyns
 - Selsyns transmisor.
 - Selsyns receptor.
- Selsyns transformador
- Selsyns diferencial
- Circuito de transmisión indicadora con amplificación de momento
- Características dinámicas de los selsyns como indicadores

3.2.5 TEMA 5: APLICACIONES DE LAS MICROMÁQUINAS. SELECCIÓN DE MICROMÁQUINAS. NANOMÁQUINAS.

Este tema comparte la misma función que el tema 1 ya que es del tipo general, lo que quiere decir que es aplicable a cualquier tipo de micromáquina ya sea motor o generador pues se tratan aspectos donde el alumno debe desarrollar capacidades del tipo saber hacer como son: las aplicaciones de estas y su selección. También se expone un tema novedoso en el mundo que es la aplicación de las nanotecnologías en el desarrollo de motores eléctricos.

Este tema se estructuró en los subtemas siguiente:

- Aplicaciones de las micromáquinas
- Selección de las micromáquinas
- Nanomáquinas

3.3 AUTOEVALUACIONES

Para cada uno de estos módulos se crearon un conjunto de ejercicios de autoevaluación, en los cuales el estudiante tendrá la posibilidad de ir comprobando los conocimientos que va adquiriendo en cada uno de los temas que ha cursado.

Acorde con las posibilidades que ofrece el SEPAD se han diseñado ejercicios de los tipos siguientes:

- Completar. En este tipo de ejercicio pueden diseñarse oraciones o párrafos con espacios en blanco, para que sean completados por los usuarios. Por ejemplo, el **Ejercicio 1. Capítulo 1** diseñado para este curso tiene el formato siguiente:

Completa el párrafo siguiente:

Las micromáquinas deben tener entre sus requisitos, que sean de -----1----- costo, -----2----- indicadores energéticos, y -----3----- construcción y reparación. Además las que son usadas para propósitos de control deben poseer una --4----- confiabilidad, gran rapidez de acción que se traduce en una -----5-- - inercia, y un requisito muy importante que es la -----6—en la característica mecánica de salida del micro motor.

Las respuestas para cada espacio en blanco son:

1-bajo

2-altos, buenos

3-fácil, sencilla

4-alta, elevada, buena

5-baja, poca

6-estabilidad, linealidad

- Enlazar columnas. En este tipo de ejercicio se crean dos columnas de contenidos referenciados de manera aleatoria unos con otros, con el objetivo de que estudiante encuentre el orden. Por ejemplo, **Ejercicio 2. Capítulo 1** diseñado para este curso tiene el formato siguiente:

2- Enlaza los elementos de la columna A con los de la B según corresponda:

Columna A	Columna B
Micromáquinas de información	--- Convierten magnitudes de voltaje, frecuencia, y amplifican potencia
Micromáquinas de fuerza	--- Convierten el movimiento en señales eléctricas
Convertidoras de magnitudes	-- Convierten la energía eléctrica en mecánica

Las respuestas para el enlace correcto son:

1A-2B

2A-3B

3A-1B

- Revisión asistida. En este tipo de ejercicio el usuario responde la pregunta en lenguaje formal y esta es calificada por el tutor del curso en otro momento y por tanto la calificación queda pendiente. Por ejemplo, **Ejercicio 2, Capítulo 2** diseñado para este curso tiene el formato siguiente:

Responda las preguntas siguientes

1-Explique brevemente el principio de funcionamiento del motor de armadura en disco.

2-Establezca una comparación entre los micromotores de armadura de tambor y los de armadura hueca no magnética.

3-Mencione las distintas formas de conexión de los enrollados de fuerza en los micromotores sin contactos deslizantes. Realice un análisis comparativo entre las mismas.

Una vez incorporados los ejercicios a cada módulo del curso, el formato en que aparecerá este en la plataforma SEPAD, será similar al que se muestra en la Figura 3.2.

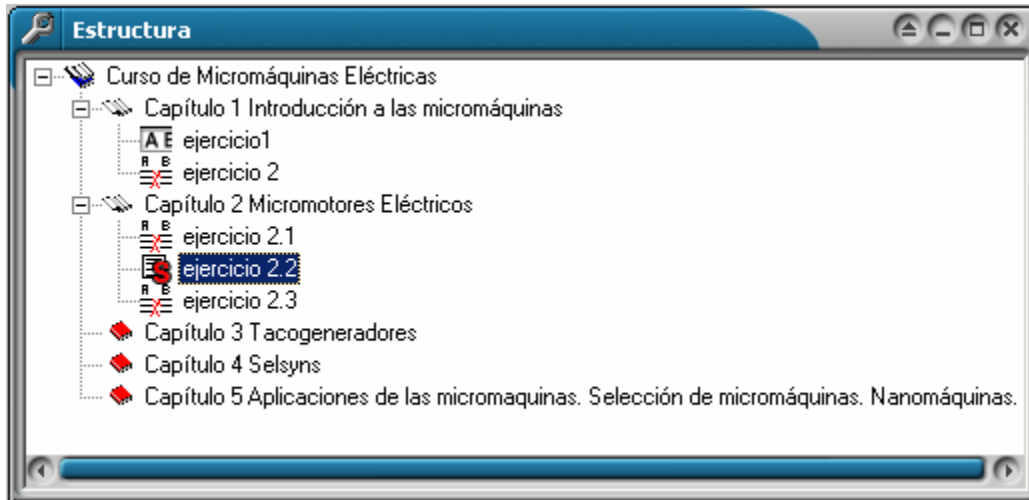


Figura 3.2.

3.4. CONSIDERACIONES FINALES DEL CAPÍTULO

En este capítulo se muestra la estructuración general y organización por temas dada al curso de Micromáquinas Eléctricas, así como los tipos de ejercicios a aplicar a manera de autoevaluación del aprendizaje. Como estrategia del curso está contemplada además, un conjunto de actividades como foro de discusión y seminarios sobre temas específicos que se harán públicos, una vez que el curso esté montado en el servidor correspondiente y según corresponda con la planificación docente. El curso se encuentra disponible en la dirección electrónica siguiente: <http://sepad.cvep.uclv.edu.cu/> en la modalidad Máquinas Eléctricas.

CONCLUSIONES

Como conclusiones de este trabajo se establecen las siguientes:

- La utilización de las TIC en la educación a distancia es necesaria y vital para lograr un mayor alcance educativo, además estas pueden utilizarse en entornos donde se desee procurar aprendizajes flexibles. Por ello es que se decidió usar una plataforma informática como medio y recurso para el tema de micromáquinas de la asignatura Maquinaria Eléctrica. Esta estrategia posibilitará a los estudiantes de la carrera de Automática una mejor familiarización con dicha asignatura, dándole la posibilidad de combinar conocimientos adquiridos en otras asignaturas propias de su perfil, así como puede constituir un elemento motivante.
- El curso en SEPAD es un recurso didáctico que incrementa la disponibilidad de material docente para profesores en la temática. En los estudiantes pueden incidir en el desarrollo de capacidades de pensamiento crítico, reflexivo y autoaprendizaje y reduce el número de horas clases presenciales. Además puede ser usado para la enseñanza de postgrado mas aun con la estrategia de universalización de la enseñanza.
- El curso trata el tema de micromáquinas por la importancia y el uso que estas tienen en todos los lugares donde haya mecanismos de sistemas automatizados de control. En las industrias modernas, en los sofisticados equipos médicos y en otra gran parte de la esfera de los servicios estos dispositivos tiene gran utilización, de ahí la necesidad de graduar ingenieros bien preparados en dicha temática.
- Este curso se organizo en cinco temas estructurados siguiendo la lógica del surgimiento de los tipos de máquinas eléctricas a través del tiempo y favoreciendo una consecución de lo más simple al más complejo. El uso de diferentes formatos como son: imágenes, animaciones, vídeos, etc., enriquecen el contenido y facilitan la comprensión, hacen más agradable el entorno de aprendizaje.
- El uso de autoevaluaciones finales para cada tema contribuye a que el estudiante pueda comprobar los conocimientos que adquiere en el transcurso del curso.

- La selección de la plataforma SEPAD, es debido a las facilidades que dispone y además con el propósito de ampliar el uso de este recurso diseñado en la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas.

RECOMENDACIONES

Para continuidad de este trabajo se recomienda lo siguiente:

- Probar la viabilidad del curso en el curso 2004 – 2005, deben aplicarse técnicas de encuestas y entrevistas grupales para conocer las valoraciones acerca de este.
- Diseñar seminarios para desarrollar en la sección de foros temáticos.
- Propiciar la utilización como parte del curso del *Chat* y la publicación de noticias.
- Incorporar como parte de los módulos artículos relacionados con la temática y que resulten interesantes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Hermida. Alicia. “Las nuevas tecnologías aplicadas a la orientación pedagógica y a la gestión de la supervisión. Uruguay.
2. Blázquez Miriam. Investigación sobre Medios Computacionales para apoyar el aprendizaje en la disciplina Máquinas Eléctricas. Tesis de Maestría. UCLV. Cuba, (1996): 90 pp.
3. Cabrera Angel. Informática Educativa. La Revolución Construccionalista. Informática y Automática. Vol. 28 (1). (1995): 24 –31 pp.
4. Colin D. Simpson “Types of Stepper Motors” disponible en: <http://zone.ni.com/devzone/devzone.nsf/webcategories/A423955D34480547862567AF00697C6B>.
5. Dorrego Elena. Dos Modelos para la Producción y Evaluación de Materiales Instruccionales. Fondo Editorial de Humanidades y Educación. Universidad Central de Venezuela. Caracas. Venezuela, (1993): 173 pp.
6. Douglas W. Jones “Stepping Motor Types” disponible en: <http://www.cs.uiowa.edu/~jones/step/types.html>.
7. Enrique Ruiz-Velasco Sánchez. “Influencia de la mundialización-globalización y las nuevas tecnologías de la información y la comunicación en la educación”. CESU-UNAM. México.
8. E.V. Armenski y G.B Falk. (1960) “Micromáquinas Eléctricas”. En dos tomos. Editorial Pueblo y Educación.
9. González. Arlex A V. Sitio Web para el estudio del impacto de la informática en la sociedad y la educación. [Online].
Disponible: <http://www.mfc.uclv.edu.cu/scmc/Boletin/N2/textos/DesarrollodeAplicHerramientasProgWeb/arlex%20-%20web.doc>
10. Torrellas S. Gustavo. “Diseño y Soporte de Cursos sobre WWW”. Instituto Politécnico Nacional. Dirección de Educación Continua y a Distancia. Unidad de Aprendizaje y Desarrollo de la Educación a Distancia. México.
11. Hernández Alicia. Proyecto de Investigación: Desarrollo de Medios de Enseñanza Asistida por Computadoras para las Máquinas Eléctricas. Dpto. Electroenergética, UCLV, Cuba, (1997): 12 pp.

12. Ivanov - Smolenski, A. V. Máquinas Eléctricas. En 3 tomos. Editorial MIR Moscú, (1984): 1200 pp.
13. Rivero José. “El “Cluster de Conocimiento” de la Biblioteca Universitaria “Chiqui Gómez Lubián” de la UCLV”. Director del Centro de Documentación e Información Científico Técnica Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas (UCLV). Cuba.
14. J.Hindmarsh. “*Electrical Machines and Their applications*” (2da edición) Editorial Pergamon Press. (1970).
15. P. Manuel y A. Manuel. “Motores Sincrónicos de Imanes Permanentes” Monografías de la Universidad de Santiago de Compostela #151. España. (1990). 135 pp.
16. P. Rodríguez Julio. (1996, Abril, 08) “Micromáquinas y Nanotecnología”. [Online]. Disponible en: <http://www.bauleros.org/nano.html>.
17. Kloeffer Royce, Kerchner Russell, Brennman Jesse. Direct-Current Machinery. The Macmillan Company, New York. (1957): 395 pp.
18. Kostenko M., Piotrovsky L. Máquinas Eléctricas. Editorial Pueblo y Educación, La Habana, (1968): 713 pp.
19. Langsdorf Alexander. Principios de las Máquinas de Corriente Continua. Sexta edición. Ediciones del Castillo S.A. España, (1968): 371 pp.
20. B. R. María y Gómez Mónica. “Aplicación de las NTIC en la Educación a Distancia del marketing. Su resultado”. Córdoba, diciembre 2003.
21. MARÍA P. ANAYA A. “Historiografía sobre educación y el uso de nuevas tecnologías como herramienta didáctica en los procesos de enseñanza-aprendizaje en la licenciatura en comunicación que oferta la Universidad Veracruzana dentro del sistema de enseñanza abierta”. Universidad Veracruzana. México.
22. McPherson George, Laramore Robert D. “An Introduction to Electrical Machines and Transformers”. Second Edition. Reimpreso en Cuba. 571 pp.
23. Menéndez Luis M., Valdés Giraldo, Chaljub José, Machado Víctor, García Miguel. Materiales educativos multimedia para apoyar el aprendizaje de la estructura y funcionamiento del PC/AT. VIII Simposio de Ingeniería Eléctrica, SIE'97. UCLV, Cuba. (1997):

24. Monereo Carlos, et al. Estrategia de enseñanza y aprendizaje. Formación del profesorado y aplicación en la escuela. Colección El Lápiz, Editorial Graó, (1994): 185 pp.
25. Moreno A., Castro A., García F. J. Modelado y simulación de motores de inducción y su control. II Congreso de Tecnologías Aplicadas a la Enseñanza de la Electrónica, TAE 96, Universidad de Sevilla. Vol. 3, (1996): 87 - 91 pp.
26. MOTIONCONTROL (2004, Marzo, 29) "*NEW SCALE TECHNOLOGIES Inc Offers the Miniature SQUIGGLE™ Motor, an Ultrasonic Linear Motor for Precise Motion Control - A Tiny Tool for Nanotechnology Research*". [Online] Disponible en: <http://www.motioncontrol.com/newsletter/new.cfm>.
27. NANOTECNOLOGIA (2004, junio, 18) "Nanotecnología y Nanociencia". [Online] Disponible en: <http://www.bioteecnologica.com/nanotecnologica>.
28. Lara P., Saigí F., M Duart Josep. (2003, Mayo - Agosto) "Gestión de Información en el Diseño de Contenidos Educativos On-Line". [Online]. Disponible: <http://www.campus-oei.org/revistactsi/numero6/articulo05.htm#>.
29. RickHoadley "*ACmotors*" [Online] Disponible en: <http://my.execpc.com/~rhoadley/magacmot.htm>.
30. Rodríguez, Mario T. y Cruz, Rosa M M. y Rizzo, César L. "Las Nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación, la Educación a Distancia y la Microuniversidad: una propuesta cubana para la formación permanente del docente.". Instituto Superior Pedagógico "Enrique José Varona". La Habana, Cuba.
31. Sancho Juana Ma. Educación en la era de la información. Cuadernos de Pedagogía. Barcelona. No. 253. (Dic. del 1996): 42-48 pp.
32. Siskind Charles. Direct - Current Machinery. First Edition. Editora McGraw-Hill. USA. (1952): 319 pp.
33. Slemon G., Straughen A. Electric Machines. Addison-Wesley Publishing Co. Canadá, (1982): 575 pp.
34. Syed A. Nasar. Teoría y Problemas de Máquinas Eléctricas. Serie de Compendios SCHAUM. McGraw-Hill, México, (1987): 208 pp.

35. Tom C. Lloyd. (1969) "*Electric Motors and their Applications*". (1^{er} edición)
Editorial John Wiley & Sons, Inc.
36. Vaquero D.A. Fundamentos Pedagógicos de la Enseñanza Asistida por Computadora.
Las Nuevas Tecnologías en la Educación, Encuentros Nacionales, Santander,
(1991): 191 pp.
37. Voldek A. I. Máquinas Eléctricas. En 2 tomos. Editorial Pueblo y Educación, La
Habana, (1985): 431 pp.
38. Zerquera Mariano, (1996). "Motores de inducción monofásicos y bifásicos". Editorial
Félix Varela: la Habana, p -357.