RESUMEN

El presente proyecto de graduación es de tipo informático y didáctico y contiene animaciones realizadas en el programa Modellus en el que se aborda tema por tema la unidad didáctica Corriente Eléctrica Estacionaria perteneciente al Electromagnetismo.

Estas animaciones son de tres categorías, Conceptuales, Ejercitativas y Lúdicas. Las animaciones Conceptuales presentan al usuario toda la parte teórico-conceptual correspondiente al tema de una manera clara, precisa, amena y directa. Las animaciones Ejercitativas le permiten al usuario la interacción entre el computador y él, poniendo de manifiesto de una forma recreada el conocimiento adquirido a través de las animaciones conceptuales. Y por último las animaciones Lúdicas o “juegos didácticos”, que permiten demostrar habilidades de tipo mental y manual ya que las mismas serán puramente interactivas.

También, como parte complementaria, he elaborarado un informe escrito que contiene un importante resumen acerca de las Técnicas Docentes para orientar el aprendizaje del alumno, el mismo que, estoy segura, aportará mucho en la ardua, pero gratificante labor de todos los docentes. Además presento un resumen muy operativo acerca del programa informático Modellus para que los potenciales usuarios lo conozcan y aprendan de una manera sencilla. Por último presento cada uno de los contenidos con un breve resumen teórico, el listado de animaciones respectivas, una presentación de muestra y su modelo matemático.

PALABRAS CLAVE

Electromagnetismo
Modellus
Corriente Eléctrica
Densidad de Corriente
Campo Vectorial
Ley de Ohm
Resistencia
Conductancia
Potencia
Energía
Ley de Joule
Fuerza Electromotriz
Teorema de Thévenin
Teorema de Norton
Leyes de Kirchhoff
Divergencia de J

Í N D I C E

Certificado……..…….. 5
Dedicatoria……..…….. 6
Agradecimiento…… 7
Introducción…….…… 8
Descripción de cada tema…….…… 9
Técnicas Docentes...…...……... 10
Introducción a Modellus…….……... 40
Presentación…… 51
Corriente eléctrica. Densidad de corriente…..…..…….. 52
Ley de Ohm. Resistencia y conductancia…..……. 60
Asociación de resistores…….....…… 67
Potencia, energía y ley de Joule..……... 76
Fuerza electromotriz. Circuito simple en C. D……..... 82
Circuitos complejos. Voltaje entre dos puntos.....……... 91
Divergencia de J. Relaciones de frontera.....…. 99
Conclusiones…….…… 106
Recomendaciones……..…….. 107
Bibliografía…… 108

UNIVERSIDAD DE CUENCA

FACULTAD DE FILOSOFÍA, LETRAS Y CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

ESPECIALIDAD DE MATEMÁTICAS Y FÍSICA



"MODELLUS COMO PARTE DEL APRENDIZAJE DE CORRIENTE ELÉCTRICA ESTACIONARIA"

Tesis previa a la obtención del título de Licenciada en Ciencias de la Educación en la especialidad de Matemáticas y Física

DIRECTOR: **Dr. ALBERTO SANTIAGO AVECILLAS JARA**

AUTOR: **JHEANINA MARIZOL CARRIÓN AVILA**

CUENCA-ECUADOR

2011

CERTIFICADO

Yo, Jheanina Marizol Carrión Avila,
certifico que todo el contenido
del presente trabajo es
de exclusiva responsabilidad del autor.

……..

DEDICATORIA

A Dios, por ser mi fortaleza más grande,
a mis padres: Luis y Lupita, que aunque no están conmigo físicamente, sé que desde el cielo me miran felices al ver que he logrado el sueño de ellos y sobre todo el mío.

A mi hermano: Luis que ha sido mi amigo incondicional en esos momentos tan difíciles, además mi pilar fundamental para seguir adelante.

A mis tíos: Francisco, Anita, Juan, Pato, Tonny, Fernando y
con todo mi corazón a mis abuelitos: Augusto y Guillermina, que en todos estos años de ausencia física de mis padres, al igual que mis tíos, se han convertido en mi mayor apoyo e inspiración; gracias a la preocupación y amor de todos ellos hoy este proyecto es una realidad.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar quiero agradecerle a Dios, por darme la fortaleza necesaria en todos los momentos difíciles de mi vida, además por haberme bendecido con el más grande tesoro, mi familia, que estuvo junto a mí apoyándome siempre, porque estoy segura que en este proyecto se evidencia la responsabilidad, entrega, amor y sobre todo dedicación que ellos me inculcaron desde muy pequeña. Gracias a mi familia por todo esto.

Quiero darles las gracias también a todos mis profesores que hicieron de mí una buena profesora y una mejor persona, en particular al Dr. Francisco Durán quien me orientó durante toda la carrera y al director de mi tesis, Dr. Santiago Avecillas Jara, especialmente por sus consejos desde que inicié la carrera y por su paciencia, tiempo, y dedicación durante el tiempo que duró esta tesis, ¡gracias a ambos por confiar en mí!

Y finalmente quiero agradecer a todas aquellas personas que con su presencia, apoyo y sabios consejos influyeron en la realización del presente proyecto, ¡gracias amigos y queridos alumnos del Colegio De La Salle!

INTRODUCCIÓN

"MODELLUS COMO PARTE DEL APRENDIZAJE DE CORRIENTE ELÉCTRICA ESTACIONARIA" es un proyecto que vincula software y elementos informáticos que está al alcance de la mayoría de centros educativos con la Matemática, logrando así que el producto final sea de mayor interés para todas las personas que lo adquieren, además enlaza los modelos pedagógicos y herramientas de enseñanza-aprendizaje, de este modo no solo se consigue aprender nuevos conocimientos sino que se despierta la creatividad, interés y motricidad del usuario, mejorando de una manera sustancial la educación.

Por experiencia propia puedo indicar que los temas desarrollados en clase o casa con el apoyo de algún tipo de recurso didáctico adaptadas a las exigencias tecnológicas son los que mayor comprensión proporcionan, por tal motivo la utilización de recursos adecuados y abundantes, aunque no sean reales, sino virtuales, nos facilitan mucho el conocimiento y comprensión.

Y es precisamente esta obra es uno de esos softwares educativos que proporcionan dinamismo en las aulas. Sus animaciones conceptuales, ejercitativas y lúdicas hechas en Modellus son interesantes e ilustrativas, buscándose al mismo tiempo un aprendizaje de los docentes con "Técnicas Docentes" tan útil para aprender las diferentes formas en la que podemos llegar a los alumnos.

DESCRIPCIÓN DE CADA TEMA

2.3.1 Corriente eléctrica. Densidad de corriente: El primer tema contiene los con-

ceptos, características y modelos matemáticos correspondientes a la corriente eléctrica, además presenta algunos otros parámetros que se derivan del conocimiento de la misma siendo una de estas la densidad de corriente.

2.3.2 Ley de Ohm. Resistencia y conductancia: Contiene el análisis para determinar el modelo matemático de la forma integral de la ley de Ohm, que es la base para la resolución de ejercios en los temas posteriores, además la presentación de conceptos electrodinámicos y sus respectivas aplicaciones, siendo estos conceptos la resistencia y conductancia.

2.3.3 Asociación de resistores: En este tema se estudia las diferentes formas de asociar resistores y las respectivas ecuaciones para poder resolverlas, teniendo como base importante el tema anterior que corresponde a la ley de Ohm.

2.3.4 Potencia, energía y ley de Joule: Se presentan los conceptos y modelos matemáticos de potencia, energía y sus respectivas aplicaciones, finalmente se presenta el desarrollo de dichas ecuaciones para así llegar a la determinación de la ley de Joule.

2.3.5 Fuerza electromotriz. Circuito simple en C.D. : En el presente tema se presenta el concepto de fuerza electromotriz, también se indica con la ayuda gráfica y ecuaciones, las formas de circuitos, además se da un pequeño adelanto de una parte de las leyes de Kirchhoff que seran base para el tema siguiente, finalmente se explica breve y concretamente los teoremas de Thévenin y Norton.

2.3.6 Circuitos complejos. Voltaje entre dos puntos: Contiene la ampliación del tema anterior para la resolución de circuitos complejos mediante las leyes de Kirchhoff, aquí se indican las partes de dicho circuito, finalmente se presenta una explicación adicional de la ley de voltajes de Kirchhoff; esto es la determinación del voltaje entre dos puntos.

2.3.7 Divergencia de J. Relaciones de frontera: En este último tema se analiza la de divergencia de J, además se estudia claramente dos casos muy particulares, la de un conductor-dieléctrico y un cilindro circular, para determinar la componente tangencial.

TÉCNICAS DOCENTES

El educador emplea las técnicas docentes para conducir los pasos del proceso enseñanza-aprendizaje y por ende, es a través de ellas que se comunica con el

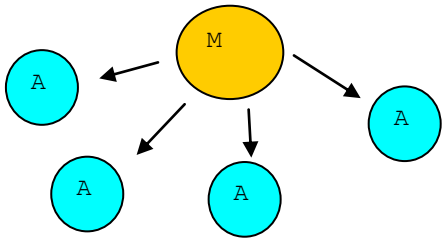
alumno.

Las **Técnicas Docentes** se pueden clasificar considerando el tipo de comunicación que permiten establecer, en:

- Técnicas de Comunicación Directa.
- Técnicas de Comunicación Interactiva.
- Técnicas de Comunicación Grupal.
- Técnicas de Comunicación Centradas en la tarea.

1.- TÉCNICAS DE COMUNICACIÓN DIRECTA

Indicadas para grupos numerosos. El educador desarrolla un tema y los alumnos miran y escuchan sin que exista entre ellos interrelación.
La situación se centra en la actividad del docente y en la tarea.
El maestro muestra, presenta, demuestra o desarrolla un tema a un grupo de alumnos.
La característica fundamental de esta modalidad de enseñanza es que se da una comunicación en una sola vía: del docente a los alumnos. No hay interacción alumno-docente, ni tampoco entre los alumnos.
La relación se puede visualizar en el siguiente esquema:



M: Maestro, televisor, libro.
A: Alumno
Comunicación en una sola vía: docente → alumno.
Algunas de las técnicas que dan lugar a este tipo de comunicación son: exposición o conferencia y demostración.



EXPOSICIÓN O CONFERENCIA

1.- Descripción de la técnica:

En esta técnica, el docente empleando los recursos de un lenguaje didáctico adecuado, presenta, analiza y explica un determinado contenido.

Se le conoce con el nombre de "Exposición" pues hace uso de la narración y la descripción para explicar algún hecho o fenómeno.

El Conferencista debe tener muy claros los objetivos tanto generales como específicos y debe estar suficientemente preparado sobre el tema, de tal manera que tenga una actitud de conversación con los alumnos y no tenga que recurrir en lo posible a leer apuntes o pautas de clases. Además debe dirigirse a los alumnos con la voz, los ojos y los ademanes de tal manera que pueda ganar su atención.

En toda exposición deben darse tres momentos, aunque uno de ellos adopte, distintas modalidades según la situación.

- <u>Introducción</u>: cuyo fin es despertar el interés del auditorio. En ella se pueden incluir: esquemas de los contenidos más importantes, objetivos de la conferencia, explicación de la importancia de los temas a desarrollar, planteo del tema como problema.

- **<u>Desarrollo</u>**: si en la introducción se planteó un problema, en el desarrollo se dan posibles soluciones, conclusiones de investigaciones realizadas o críticas de las distintas soluciones.

Si la conferencia es para explicar un tema, puede incluir: esquemas de conceptos fundamentales, hechos y datos relacionados con los conceptos principales, preguntas fundamentales y respuestas a ellas.

- <u>Conclusiones</u>: cuyo fin es culminar e integrar el desarrollo del tema . Pueden incluirse : resúmenes de los puntos importantes, generalizaciones, planteo de nuevas interrogantes para futuros estudios, etc..

2.- Objetivos específicos:

El uso reiterado de esta técnica contribuirá a que el alumno logre:

- Atender lo expuesto por otras personas.
- Escuchar atentamente la exposición de un tema.
- Retener los contenidos expuestos por el expositor.
- Desarrollar la habilidad para tomar apuntes.

3.- Ventajas:

- Presentar, motivar y orientar a los alumnos en un tema de terminado.
- Complementar información.
- Presentar lo que el alumno por si mismo no puede observar.
- Da la oportunidad de aportar datos complementarios. adquiridos por la experiencia del profesor y que no pueden captarse con la simple lectura de un texto.
- Entrega conocimientos nuevos, producto de investigaciones recientes.
- El profesor puede entregar una gran cantidad de conceptos en un breve período de tiempo.
- Fija la atención y estimula la imaginación del alumno.

4.- Desventajas.

- Presupone que todos los alumnos asimilan las materias con la sola actitud de escuchar.
- Supone que todo lo importante para el profesor lo es también para el alumno.
- Supone que todos los profesores tienen las mismas aptitudes para hacer una disertación clara, fácil y atrayente. Dificulta el análisis y la síntesis por parte de los alumnos.
- Inhibe el buen aprovechamiento de los alumnos que no saben tomar apuntes o tienen poca capacidad de retención.
- Valoriza la cantidad de materia y no la calidad de ella. Por una mala comunicación entre profesor y alumno se resta eficacia a la técnica.



DEMOSTRACIÓN

1.- Descripción de la técnica.

Esta técnica consiste en la presentación de un tema, material o experimento, preparado de antemano, por el profesor o un grupo pequeño de alumnos, mostrando un procedimiento o actividad. La vista es el medio dominante de la comunicación.
Esta técnica que enseña por medio de la observación consta de varias etapas:

Preparación.

Es importante que el experimentador:

- Prepare con anterioridad el material requerido en la actividad.
- Realice previamente la demostración para estar seguro de su efectividad y poder calcular el tiempo, que se empleará en ella.
- Prepare las preguntas que se formularán durante o después de la demostración.

Presentación.

El experimentador debe:

- Asegurarse de que todos los alumnos puedan observar, con claridad, el material con el cual se va a realizar la demostración.

- Explicar paso a paso la demostración, mientras los alumnos realizan y registran sus observaciones para luego sacar conclusiones.
- Dar el tiempo suficiente para que los alumnos no se pierdan ningún paso de la demostración.

Diálogo:

Después de realizada la demostración, se establece el diálogo, formulando preguntas a los alumnos, para analizar y reflexionar acerca de la situación presentada.

Integración:

El profesor debe realizar una síntesis final de las conclusiones de los alumnos para así reafirmar o corregir los conocimientos adquiridos.

Evaluación:

Inmediatamente después de terminada la demostración o en la sesión siguiente el profesor debe realizar una evaluación oral o escrita.

2.- Objetivos Específicos.

El uso reiterado de la técnica contribuirá a que el alumno logre:

- Desarrollar la habilidad para observar.
- Desarrollar la capacidad de atención en períodos relativamente largos.
- Formular hipótesis basados en su propia observación.

3.- Ventajas.

- Aclara principios fundamentales, ya que explica el "por qué" de un hecho.
- Relaciona la teoría con la práctica.
- Proporciona una experiencia visual cuyo valor se acrecienta, habitualmente, mediante la explicación verbal.
- Permite dirigir mejor el razonamiento del alumno.

4.- Desventajas.

- Cualquier fracaso en la demostración, puede desviar el objetivo central de ésta.
- Si no se cuida la correcta observación por parte de los alumnos, el único activo será el experimentador.
- Si no existe una dirección adecuada, los alumnos pueden centrar su atención en los medios utilizados a ignorar la materia misma.

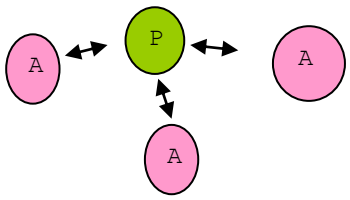


2.- TÉCNICAS DE COMUNICACIÓN INTERACTIVA

Indicadas para grupos medianos. La interacción docente-alumno adopta la forma de interrogatorio o bien de diálogo, según se produzca un intercambio de ideas a partir ciertas preguntas y respuestas o mediante una conversación. El diálogo no es entre los alumnos, sino que cada uno de ellos conversa con el profesor.

La interrelación docente- alumno es una comunicación de ida y vuelta, en la cual tanto el docente como el alumno intervienen para organizar, hablar, pensar y aprender.

La relación se puede visualizar en el siguiente esquema:



P: Profesor.
A: Alumno.
Comunicación en dos vías docente ⟷ alumno.
No hay interrelación entre los alumnos.
Algunas de las técnicas que dan lugar a este tipo de comunicación son: Pregunta-Respuesta, Entrevista Colectiva.

PREGUNTA- RESPUESTA

1.- Descripción de la técnica.

El uso de preguntas es una de las técnicas más antiguas en la enseñanza. El maestro presenta un problema en forma de pregunta, que origina una respuesta dubitativo, la que provoca nuevas preguntas del maestro, cada vez más exigentes, restrictivas y penetrantes. Mediante el interrogatorio son conducidos a encontrar la verdad. Así esta verdad surge como fruto del descubrimiento y la conquista personal. La técnica, bien aplicada, estimula la actividad reflexiva de los alumnos.

Tipos de pregunta: las preguntas pueden clasificarse según diferentes criterios.

- **Preguntas Planeadas:** son aquellas son aquellas previstas por el docente para conducir el aprendizaje.
- **Preguntas no planeadas:** surgen en forma espontánea durante la clase.
- **Preguntas convergentes:** son aquellas que exigen a los alumnos una respuesta determinada. Se responden con una sola respuesta. Son todas aquellas que exigen recuerdo de información
- **Preguntas divergentes:** son las que estimulan una variedad de respuestas, el descubrimiento, la proposición de soluciones creadoras.
- **Preguntas informativas:** requieren el recuerdo de nociones o datos ya adquiridos.
- **Preguntas reflexivas:** requieren de los alumnos realización de operaciones lógicas. Para responderlas se requiere, por lo tanto, utilizar, relacionar o aplicar información adquirida.

2.- Objetivos Específicos.

El uso reiterado de la técnica, contribuirá a que el alumno logre:

- Expresar sus ideas oralmente, en forma clara.
- Poseer la capacidad de comprensión y síntesis.
- Pensar reflexivamente.
- Desarrollar el hábito de la evolución continua con respecto a sus propias deducciones.
- Enfocar la atención en las relaciones de causa- efecto.

3.- Ventajas.

- Permite ejercitar la expresión oral, sistemática y sintéticamente.

- Desarrolla la agilidad mental de los alumnos.
- Permite la participación amplia del curso y en especial de aquellos que se muestran callados, distraídos o reticentes.
- Permite al profesor detectar intereses, grado de información y madurez de los alumnos que tiene a su cargo.

4.- Desventajas.

- Parte del hecho de que todos los alumnos son capaces de responder preguntas frente al curso.
- Tiende a que respondan siempre los mismos alumnos.
- Si no está bien planificada, fácilmente el alumno o el curso pueden desviarse del tema central.
- No puede ser utilizada con éxito por cualquier profesor; éste debe poseer una serie de habilidades para preguntar.



ENTREVISTA COLECTIVA.

1.- Descripción de la técnica.

Uno o varios alumnos, elegidos por el grupo, interrogan a un experto o especialista ante el auditorio, sobre un tema de interés, previamente establecido, a fin de iniciar un estudio o hacer aclaraciones.

La entrevista requiere:

- **Un Coordinador**, que es generalmente el profesor a cargo del curso quien debe abrir la entrevista, presentar al entrevistado y al o los entrevistadores y justificar la sesión, controlando su duración.

- **Un entrevistado**, que debe ser una persona versada en el tema de interés para el grupo, accesible y con buena capacidad para relacionarse de modo que anime al entrevistador a hacer más preguntas.
- **Uno o varios entrevistadores** (se sugiere tres como máximo) que representan al grupo ante el entrevistador. Las preguntas que harán son, por lo general preparadas por el curso, con el profesor, quien debe revisarlas y ordenarlas para que constituyan un cuerpo coherente de investigación.
- **Un auditorio**, que puede estar formado por los alumnos de una o varias clases interesados en el tema.

2.- Objetivos Específicos.

Del entrevistado:

- Expresar libremente sus ideas.
- Sintetizar y organizar sus ideas.
- Hablar sin inhibiciones frente a un grupo.

De los entrevistadores:

- Hablar frente a un grupo.
- Formular buenas preguntas.
- Trabajar en equipo.
- Sintetizar sus ideas.
- Organizar sus ideas.

Del auditorio:

- Proporcionar oportunidades de contacto con personas expertas.
- Obtener informaciones y aclaraciones con respecto a un tema.
- Utilizar los conocimientos de un especialista.
- Tomar buenos apuntes.

3.- Ventajas.

- Se obtiene información, relato de experiencias, etc.. Se da mayor visión al auditorio sobre el tema en cuestión, ya que al entrevistado le es más difícil eludir puntos de significancia.
- Permite un control flexible por parte de los entrevistadores, dado que ellos establecen el nivel de la entrevista.
- Permite a los alumnos demostrar su interés e inquietudes sobre un tema.

4.- Desventajas y/o limitaciones.

- No asegura el interés ni el aprendizaje de] auditorio.
- Si se formulan preguntas que requieren respuestas monosilábicas, no se entrega información a los alumnos.
- Se corre el riesgo de que los entrevistadores se alejen del tema en cuestión.



3.- TÉCNICAS DE COMUNICACIÓN GRUPAL

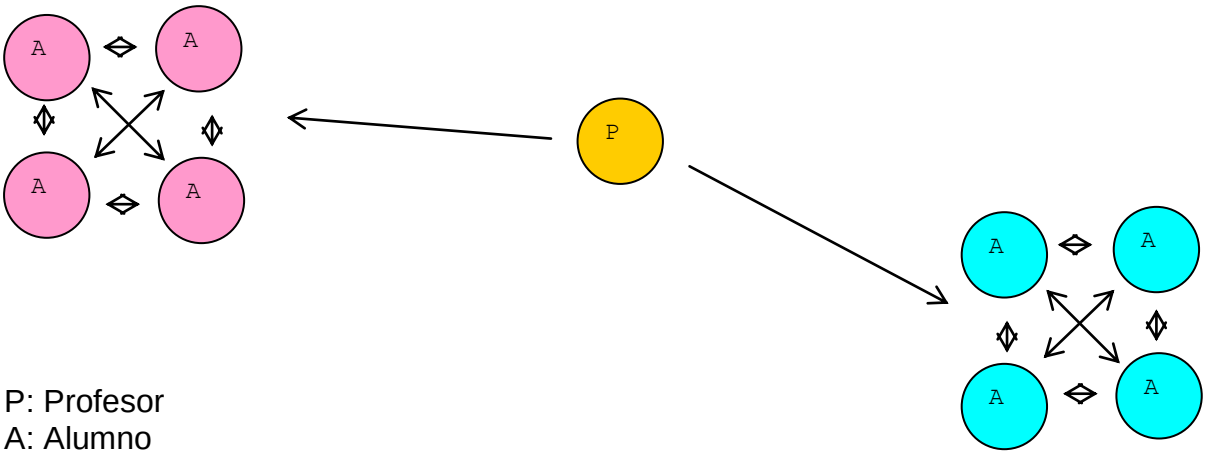
Para grupos pequeños. En ellas el docente se comunica con los alumnos y éstos a su vez se interrelacionan entre sí.

La clase se constituye en un grupo de aprendizaje en que todos sus miembros tienen un objetivo común y trabajan cooperativamente para alcanzarlo.
Proporcionan un aprendizaje activo, permitiendo la cooperación intelectual. Se puede lograr comunicación participativa, se adquieren actitudes positivas hacia los demás tales como: cooperación, aceptación, tolerancia, respeto, estímulo a la iniciativa, decisión, creatividad, pensamiento crítico, etc..

La función del docente es de:

- Motivar, creando un clima o disposición de ánimo.
- Orientar, fijando las normas de trabajo, estimulando la participación y la comunicación.
- Contribuir al mantenimiento del grupo.

La relación en la comunicación se puede visualizar en el siguiente esquema:



P: Profesor
A: Alumno
→ Interrelación docente-alumno.

"PHILLIPS 66 O REUNION EN CORRILLOS"

1.- Descripción de la técnica.

Esta técnica lleva el nombre de su creador: J. Donald Phillips y el número 66 se debe a que seis personas durante seis minutos, expresan sus opiniones sobre un determinado tema y obtienen conclusiones generales. Cada persona expone sus ideas durante 1 minuto. Esta técnica no requiere preparación previa y puede aplicarse en cualquier grupo y para analizar cualquier tema.

La técnica requiere de:

- **Un Coordinador**, que puede ser el profesor. Su función es definir bien una situación y proponerla al auditorio, haciendo que éste se divida en grupos de seis, para que reflexionen, opinen o deliberen sobre la cuestión durante seis minutos.

- **Un secretario**: voluntario o designado por el coordinador y cuya función es registrar en el pizarrón las opiniones de los pequeños grupos, agrupando las ideas afines y consignando finalmente las conclusiones.

- **El auditorio**: constituido por los alumnos de la clase.

Realización de la técnica.

La técnica se desarrolla en tres momentos:

- Primer momento:
El coordinador expone el problema con claridad y precisión, explica el mecanismo de la técnica y se forman los grupos de
seis personas.

- Segundo momento (Se desarrolla en cada subgrupo).
Se piensa durante un minuto para que cada integrante elabore y clarifique sus ideas. Luego cada miembro dispone ,de un minuto para expresarse. Finalmente se produce una discusión libre y espontánea de esas ideas. Se sacan conclusiones que el relator anota. El coordinador avisa cuando falta un minuto para agotar el tiempo previsto.

- Tercer momento. (Integrativo).
El coordinador invita a cada relator a presentar las conclusiones de su grupo. El secretario anota en la pizarra un resumen de ellas. El coordinador examina el material obtenido y se elabora una síntesis final.

2.- Objetivos Específicos.
El uso reiterado de esta técnica contribuirá a que el alumno logre:

- Participar activamente de las discusiones.
- Hablar ante otros sin inhibiciones.
- Respetar las opiniones ajenas.
- Expresar sus ideas en un lapso determinado de tiempo.
- Desarrollar confianza mutua.
- Mejorar el conocimiento de sus compañeros de curso.

3.- Ventajas.

- Permite censar en breve tiempo las opiniones de un auditorio numeroso pues se obtienen las opiniones de todos los miembros del curso, en un tiempo reducido.
- Desarrolla la capacidad de síntesis.
- Desarrolla la capacidad de concentración.
- Ayuda a superar inhibiciones para hablar ante otros.
- Dinamiza y distribuye la actividad en grupos numerosos.
- Favorece la elaboración más precisa de conceptos y la toma de decisiones.

4.- Desventajas y/o limitaciones.

- Se basa solamente en la experiencia que poseen los alumnos, por lo cual no se pueden esperar conclusiones muy elevadas.
- Si el tema es muy amplio, no se puede tratar en profundidad. El poco tiempo, puede ser impedimento para análisis y discusión.



DRAMATIZACIÓN

1.- Descripción de la técnica.

La palabra "drama" deriva del griego y significa "hacer" o "actuar". La dramatización puede asumir muchas formas desde la farsa breve e improvisada hasta la obra larga, completa y cuidadosamente ensayada.

La dramatización es una forma de expresión, por medio de la cual una persona exterioriza observaciones y sentimientos usando mímica, palabras y ritmos propios. Es una actividad esencialmente creadora.

En esta técnica se representan teatralmente situaciones reales de la vida con el propósito de dar y recibir información, lograr una mejor comprensión de las situaciones y favorecer una mayor integración del grupo curso. En ella dos o más personas representan una escena real o hipotética, desempeñando cada una un rol.

El desempeño de roles puede ser:

- Planificado: en el caso que la representación se prepare; los actores se reúnen previamente y discuten las características de los personajes que van a representar.

- No planificado: esta modalidad se destina a dramatizar un problema en busca de su comprensión o solución.

Ambas modalidades proporcionan elementos para que el grupo o curso discuta la situación con interés por haber tenido vivencias en ella.

La técnica se desenvuelve por medio de:

Un director de escena (puede ser el docente), quien debe montar el escenario con un mínimo de cosas, para dar oportunidad de que se destaque tan sólo la representación.

Los actores son alumnos que proceden a representar ciertos acontecimientos para comprenderlos mejor. Es importante que la actuación sea lo más espontánea posible, aunque no se descarta la posibilidad de preparar algunas escenas para compenetrar a los actores de la situación.

Los observadores, que pueden ser uno o dos alumnos, cuya misión es registrar las ocurrencias de los actores y, finalmente presentar un informe con los aspectos fundamentales de la representación, que sirva de base para la discusión.

El auditorio; son los alumnos interesados un una determinada problemática.

La técnica tiene lugar a través de tres fases:

- Preparación: en que el director de escena define la situación a representar y los actores se reúnen para cambiar ideas sobre los roles que desempeñarán.

- Representación : el director da la señal para iniciar la representación, recomendando el mayor realismo posible. Los actores desempeñan los roles previamente establecidos. El director pone término cuando considera tener material suficiente para dar origen a la discusión.

- Discusión: en esta fase los actores dan sus impresiones y relatan sus estados de ánimo en la actuación, los observadores informan acerca de sus observaciones y el auditorio participa en un amplio debate sobre la representación en sí y el tema tratado, extrayendo conclusiones.

2.- Objetivos Específicos.

El uso reiterado de esta técnica contribuirá a que el alumno logre:

- Facilitar la comunicación por medio de la expresión corporal.

- Incentivar el espíritu de observación en el campo del comportamiento y liberar sentimientos reprimidos.
- Dar calor y vivacidad a los hechos estudiados.
- Ayudar a comunicar una situación específica.
- Comprobar las diversas formas de encarar una situación.
- Estimular la imaginación.
- Detectar las condiciones artísticas.
- Desarrollar una actitud creadora.

3.- Ventajas.

- Sirve para motivar el inicio de un tema dado.
- Mantiene la atención del grupo centrada en el problema que se desarrolla.
- Es una actividad divertida, interesante, motivadora y significativa, que rompe la rutina de otras actividades educativas.
- Requiere de poca preparación para ponerla en marcha, y utiliza las aptitudes dramáticas de los alumnos.

4.- Desventajas y/o limitaciones.

- El auditorio puede no captar la situación.
- Puede ocurrir que los actores no sean capaces de representar bien la situación
- Se puede exagerar demasiado la representación y perder importancia el tema central.
- Los actores talentosos pueden monopolizar la actividad. opacando la actuación de los demás.



EXCURSIÓN

1.- Descripción de la técnica.

La excursión es una visita que realizan los alumnos con fines educativos, a un lugar ubicado fuera de la sala de clases. En ella los alumnos adquieren los conocimientos o experiencia en el mismo lugar de los hechos. Es por lo tanto una tentativa estructurada de proporcionar la observación, en el lugar correspondiente, de algún proceso, empresa o actividad especifica.

Pasos de la técnica,

- Elección del tema:

El tema seleccionado debe ser adecuado para ser desarrollado por medio de la excursión y debe estar de acuerdo con los objetivos propuestos.

- Preparación:

En esta etapa debe considerarse: el lugar de visita; el tiempo de duración; la autorización de la escuela y de los padres cuando sea necesario, medio de transporte a utilizar, el permiso de las autoridades del lugar de visita, la ropa especial y la provisión de alimentos que deben llevar los alumnos cuando sea necesario.

- Realización de la excursión:

Antes de salir al lugar destinado, se entregará a los alumnos una guía en la que se indiquen los pasos a seguir para realizar su observación, lo que debe anotar y las actividades que debe desarrollar.

- Integración:

Una vez finalizada la excursión, el profesor debe dar oportunidad a los alumnos para que expliquen su experiencia, de tal modo que puedan esbozarse las ideas principales para llegar a una conclusión final.

2.- Objetivos Específicos.

El uso reiterado de la técnica contribuirá a que él alumno logre:

- Adquirir un contacto social más estrecho con el resto de sus compañeros y con el profesor.
- Desarrollar el espíritu de observación.
- Adquirir conocimientos por medio de la exploración, investigación y descubrimiento, en situaciones de la vida real.
- Desarrollar hábitos de responsabilidad y seriedad.

3.- Ventajas

- Familiariza a los alumnos con el ambiente natural.
- Provee al alumno de oportunidades de exploración, investigación y descubrimiento, en situaciones de la vida real, complementando el estudio teórico.
- Facilita un mayor contacto entre el profesor y los alumnos, que favorecen las relaciones de la clase.

4.- Desventajas y/o limitaciones.

- La falta de preparación puede hacer fracasar la visita.
- Un excesivo control por parte del profesor, coarta la acción de los alumnos
- Si no se realiza un síntesis final, la excursión no tiene objeto.
- A veces puede requerir mucho tiempo y resultar demasiado costosa.



4.- TÉCNICAS DE COMUNICACIÓN CENTRADAS EN LA TAREA

Los adelantos científicos y sociales han modificado el rol del profesor y su función dentro del proceso educativo.

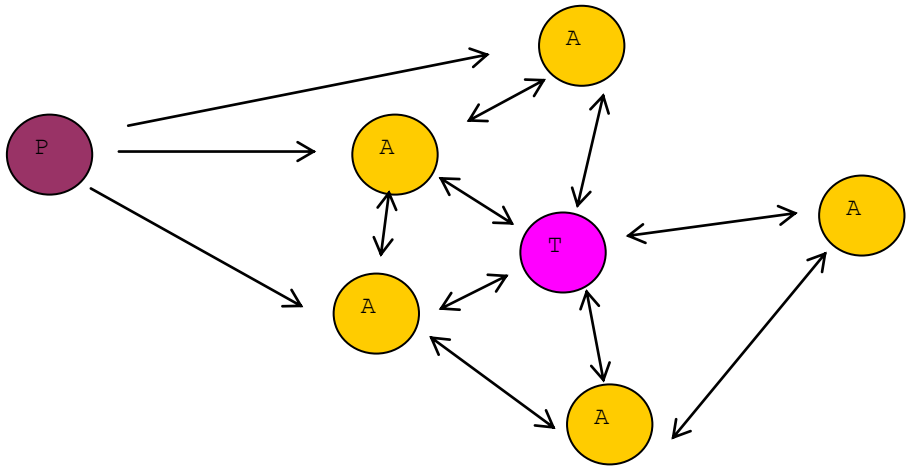
Hoy la información es tan amplia, que es imposible retenerla en su totalidad y la verdad tan compleja que es difícil poseerla absolutamente. Las máquinas vienen en auxilio del hombre y cumplen la tarea informadora.

Conocer ya no es "saber", sino intuir, imaginarse, relacionar, crear.

El educador deja de ser transmisor y se convierte en fomentador de análisis, inductor de cambios, activador de búsqueda, motivador y facilitador de experiencias, suscitador de discusión y crítica, generador de hipótesis, planteador de problemas y alternativas, promotor y dinamizador de cultura, frente a un grupo de alumnos que piensa, transforma, organiza y estructura conocimientos; un grupo que elige y opta autónomamente como sujeto del proceso educativo.

El docente debe trabajar con los alumnos con técnicas que les permitan un rol activo y protagónico, aprendiendo por descubrimiento, estableciendo un tipo de comunicación en que tanto la actividad del docente como la de los alumnos, tiene como eje la investigación de un tema, la resolución de un problema, en general la realización de una tarea.
Las actividades del grupo se orientan hacia la aclaración, formulación y solución de una tarea. Las actividades de cada alumno, al aprender por descubrimiento, le permiten “aprender a aprender”.

Algunas de las técnicas que dan lugar a este tipo de comunicación son: laboratorio, seminario, recitación, resolución de problemas.



A: Alumno
P: Profesor
T: Tarea

LABORATORIO

1.- Descripción de la técnica.

Es una técnica en que los alumnos tienen experiencia directa con objetos y fenómenos reales, ejerciendo acción sobre ellos para elaborarlos y transformarlos. Permite a los alumnos ejercer operaciones observando y experimentando en su nivel y no ser sólo un simple observador. El propósito es presentar una situación que pone al alumno en contacto con objetos o fenómenos reales o simulados.

Para guiar o dirigir el proceso, se entrega al alumno una guía de laboratorio que contiene instrucciones escritas que lo orientan sobre la forma de realizar la tarea.

El uso de la técnica puede presentar diversas modalidades, entre ellas:

- El alumno recibe "hojas de instrucciones" o guías de trabajo, que lo orientan en la realización de los experimentos, desprovistos de toda información teórica, para que redacte, al final, un informe que contenga observaciones, un intento de interpretación teórica y conclusiones referidas a las tareas realizadas.

- El laboratorio se usa para la ejecución de tareas por parte del alumno tipo "tareas dirigidas", para atender a las exigencias fundamentales de la enseñanza en base a un plan organizado por el docente y, si es posible en forma de instrucción programada, acompañada de suplementación teórica, con respecto a las tareas realizadas. El educando redacta un informe sobre la labor cumplida, dando, importancia a las observaciones que haya hecho.

- El laboratorio puede ser utilizado por los alumnos más interesados y con reales aptitudes para la ejecución de trabajos de tipo "estudio supervisado", en los que se da oportunidad de desarrollo a la creatividad de los alumnos.

- El laboratorio se utiliza como aula, donde el profesor hace una "demostración" que el educando, siempre que sea posible, reproduce en su mesa, en labor paralela. Luego el alumno repite la experiencia para aclarar dudas, lograr habilidades específicas y fijar los conocimientos involucrados en la tarea.



RECITACIÓN

1.- Descripción de la técnica.

Esta técnica consiste básicamente en la exposición de un tema por parte de uno o varios alumnos.

El profesor debe designar los temas y los alumnos proceden a preparar y desarrollarlos recurriendo a variadas fuentes de información.

2.- Objetivos Específicos.

El uso reiterado de la técnica contribuirá a que el alumno logre:

- Memorizar ideas, contenidos, reglas, etc..
- Realizar una investigación bibliográfica.
- Expresar oralmente sus ideas en forma clara.
- Actuar sin inhibiciones frente a un grupo.
- Trabajar en grupo- equipo.

3.- Ventajas.

- Permite la participación de los alumnos en el planeamiento, dirección y desarrollo de la clase.

- Favorece la capacidad de síntesis y la expresión oral.
- Desarrolla la responsabilidad en el alumno.
- Incentiva a los alumnos a interesarse sobre un tema.
- Permite el trabajo cooperativo.

4.- Desventajas.

- Sólo el alumno o grupo que expone, obtiene mayor provecho del tema.
- Se puede llegar sólo a la repetición y no a la comprensión
- del tema.
- Si el alumno no puede expresarse en buena forma, la técnica resulta un fracaso.
- Requiere del profesor una gran disponibilidad de tiempo para asesorar a los alumnos.



SEMINARIO

1.- Descripción de la técnica.

En un grupo reducido de alumnos, que tienen inquietudes comunes investiga un tema en sesiones planificadas, recurriendo a fuentes originales de información.

La iniciativa para realizar un seminario, puede surgir de los alumnos o del profesor; éste selecciona los temas o áreas de interés en que se desea trabajar y prepara un temario provisorio.

En la primera sesión están presente todos los grupos. Cada uno constituido por no menos de 5 ni más de 12 alumnos.

El profesor, plantea los temas y la forma de trabajo, esto es discutido por los grupos y está sujeto a cambio por acuerdo total de los integrantes.

Cada grupo designa un director, para coordinar las tareas y un secretario que anotará las conclusiones.
Hecho esto, el grupo se dispone a investigar, buscar bibliografías, reunir expertos, discutir y analizar informaciones obtenidas, hasta llegar a conclusiones del grupo, las cuales son registradas por el secretario para luego ser expuestas al grupo grande.

Terminadas las sesiones de subgrupo, se reúnen todos éstos y con la coordinación del profesor se dan a conocer las conclusiones de cada uno. Estas se discuten y se sacan las conclusiones finales del seminario.

2.- Objetivos Específicos.

El uso reiterado de la técnica contribuirá a que el alumno logre:

- Realizar una investigación bibliográfica.
- Resolver inquietudes personales.
- Trabajar por un fin común sin competencia.
- Planificar tareas para realizar una investigación.
- Avanzar, sistemáticamente en las tareas a realizar.
- Desarrollar el poder de síntesis.

3.- Ventajas.

- No se le entrega al alumno el material elaborado, sino que es él quien debe crear y producir.
- Se obtiene un aprendizaje superior al que se puede lograr por medio de los libros.
- La mayor parte de los alumnos, pueden aprender eficientemente si asumen la responsabilidad de su propio aprendizaje.

4.- Desventajas y/o limitaciones.

- Si el grupo es muy numeroso se corre el riesgo que sólo algunos trabajen.
- Al no estar bien delimitado el tema, se ocupa mucho tiempo en investigaciones que no están de acuerdo con el objetivo.

Si no existe aporte del profesor se puede llegar a desvirtuar el objetivo principal del seminario.



RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

1.- Descripción de la técnica.

Esta técnica corresponde a una manera de organizar la situación de aprendizaje en la que el centro de la comunicación es un problema a resolver por parte de los alumnos.

Implica organizar el contenido del curriculum en forma de problemas y que los alumnos para resolverlos, apliquen los pasos del método científico.

Los alumnos al pensar reflexivamente van redescubriendo los conocimientos y deben seguir un proceso similar al usado por el científico en una investigación, con la diferencia que el científico busca una verdad que intuye, pero que desconoce; en la técnica de resolución de problemas, el profesor que conoce la verdad guía al alumno para que la redescubra.

Pasos en la técnica:

- *Definición de problema:*

El problema es el eje de la técnica, consiste en una dificultad que no puede resolverse automáticamente, es una situación que entraña duda, cuya respuesta es desconocida, pero, puede ser hallada. La situación problemática estimula el pensamiento para encontrar una solución.

Problema se diferencia de acertijo, en el cual, la situación es muy extraña y carece de significado para el alumno, si lo resuelve es por casualidad.

Problema no es sinónimo de pregunta, ya que la respuesta a un interrogante puede ser conocida o estar disponible. Problema tampoco es sinónimo de tarea o ejercicio, donde el alumno recurre a principios conocidos para realizarla. El problema incluye incógnitas y exige una respuesta original.

En la enseñanza se pueden plantear:

- Problemas prácticos: que implican una acción sobre la realidad, determinar la acción en una situación dada, crear algo nuevo, etc..
- Problemas teóricos: determinar la validez de algo, explicar razones para fundamentar opiniones, efectuar juicios de valor, decidir frente a dos situaciones excluyentes, etc..

Formulación de la hipótesis.

La hipótesis es una respuesta tentativa, una suposición elaborada sobre la base de hechos reales.
La hipótesis se basa en los datos de los que se dispone y en la experiencia del alumno.
El problema sugiere varias hipótesis, no hay que quedarse con la primera, sino que es necesario recurrir a la mayor cantidad posible de respuestas exploratorias.
La formulación de la hipótesis es un proceso inductivo, por el cual se parte de una serie de datos, habitualmente no relacionados y se llega a una afirmación de tipo general, por la que se establecen las conexiones existentes entre los elementos dados, con otros que puedan ser pertinentes.

Una hipótesis, va más allá de los datos, implica analizarlos y relacionarlos, para sacar una conclusión.

Verificación de la hipótesis.

Es el momento esencial de la técnica en que se produce realmente el aprendizaje al aceptar o rechazar la hipótesis propuesta.
Para probar la hipótesis se requieren de varios pasos:

- Reunir evidencias adecuadas.

- Obtener los datos necesarios.
- Juzgar críticamente los datos
- Interpretar los datos para su análisis.
- Analizar los datos.

Obtención de conclusiones.

Es la respuesta al problema inicialmente planteado y aún cuando las conclusiones pueden considerarse la culminación de la investigación, nunca son definitivas, siempre están sujetas a revisión.

2.- Objetivos Específicos.

El uso reiterada de la técnica contribuirá a que el alumno logre:

- Razonar científicamente.
- Deducir generalizaciones.
- Formular problemas significativos.
- Ubicar y manejar diversas fuentes de información bibliográfica.
- Organizar sistemáticamente datos obtenidos sobre un problema.
- Interpretar datos.
- Comprobar hipótesis.
- Pensar en forma crítica y creadora.

3.- Ventajas.

- Desarrollar el razonamiento científico permitiendo al alumno inducir generalizaciones.
- Eliminar la memorización indiscriminada de las materias de estudio.
- Atender las diferencias individuales.

4.- Desventaja y/o limitaciones.

- Necesidad de una larga preparación de los alumnos para su aplicación.
- Lentitud en el trabajo debido a la diversidad de etapas a ejecutar.
- El trabajo efectivo en la solución de problemas sólo puede cumplirlo un pequeño número de alumnos, a menos que todos estén motivados para participar activamente.



LA GUÍA: UN INSTRUMENTO

La guía es un instrumento didáctico que permite a través de un conjunto de actividades la adquisición de conceptos básicos, y el desarrollo de ciertas habilidades y actitudes .

Contiene instrucciones escritas que orientan al alumno sobre la forma de realizar una tarea.

Guías especiales o particulares de aprendizaje:

Se refieren a un tipo específico de actividad; se emplean para una determinada fase del proceso y durante un breve espacio de tiempo (una clase o parte de ella).

1) Guías para orientar el aprendizaje de destrezas, especialmente indicadas para aprender conductas en el dominio psicomotriz (manejo de instrumentos, manipulaciones, mediciones, etc.).
Contienen los siguientes elementos:

- Título: identifica la destreza que el alumno aprenderá.
- Introducción: describe la destreza y su aplicación.
- Materiales necesarios: para la actividad.

- Pasos del procedimiento: explicaciones para realizar cada paso, y preguntas sobre puntos claves.
- Bibliografía: fuentes de Información complementaria.

2) Guías de lectura comprensiva: destinadas a ejercitar la comprensión lectora. Debe contener preguntas referidas a:

- Comprensión lectora (idea principal, observar detalles, extraer conclusiones, etc.).
- Comprensión crítica (distinguir hechos y opiniones, juzgar puntos de vista, analizar supuestos, captar relaciones , etc.) .
- Comprensión asociativa (observar estilo, apreciar sentimientos, etc.).

3) Guías para análisis literario: contienen preguntas relativas a cuestiones de: forma, retórica, significado, valor del texto y recursos de estilo.

4) Guía para el análisis de un editorial: las preguntas tienden a que el alumno determine: intención del autor, tema del argumento, falacias, lenguaje, conclusiones.

5) Guías para orientar la resolución de un problema matemático; las preguntas tienden a que el alumno:

- Lea el problema totalmente.
- Determine el problema a resolver.
- Identifique los hechos.
- Determine relaciones.
- Determine las operaciones adecuadas para resolver el problema
- Utilice, si es necesario, material o un dibujo para aclarar la situación.
- Estime la respuesta.
- Calcule y resuelva el problema.
- Compare la solución con la respuesta estimada.
- Realice el problema nuevamente si la solución no fue correcta.

6) Guías para realizar experiencias de laboratorio. Las preguntas están destinadas a que el alumno:

- Discuta y resuma las experiencias de prerrequisito.
- Prepare el experimento.
- Realice el experimento.
- Anote los datos.
- Anote los resultados.
- Discuta los resultados.

7) Guía de investigación: Las preguntas son relativas a:

- Plantear el problema.
- Definir el alcance y los términos del problema.
- Formular hipótesis y preguntas para orientar la investigación.
- Recopilar, evaluar y organizar los datos.
- Utilizar los datos para verificar la hipótesis.
- Obtener conclusiones.

8) Guía de crítica artística: Las preguntas tienden a juzgar la: conveniencia de los materiales elegidos, compatibilidad medio- técnica empleada, calidad de la obra, originalidad de la obra.

Guías generales de aprendizaje o guías de estudio:

Se refieren a todo un proceso de aprendizaje, orientando al alumno en todas 1as fases, desde la presentación de1 tema hasta la fijación de la conducta. Comprenden generalmente el desarrollo de una unidad, por ello pueden abarcar varias clases. La aplicación de este tipo de guías debe ir precedida de una clase en que se explique la forma del trabajo y luego de completar la guía, se debe desarrollar una integración del aprendizaje por el profesor.

- Los elementos que pueden integrar este tipo de guía son:
- Nombre de la materia.
- Tema o unidad.
- Fecha en que debe finalizarse la guía. Objetivos de la guía.
- Presentación del tema.
- Actividades de los alumnos: deben escribirse con claridad y precisión; indicar fuentes de información y prerrequisitos; incorporar ejercicios que refuercen los aprendizajes, etc. En general en una guía de estudio se pueden incluir actividades verbales, de expresión matemática y de expresión plástica.

Sea cual fuere el tipo de guía con que se trabaje, es importante tener presente que una guía no es un “recetario”, sino que, por el contrario debe estimular la creatividad del alumno, e incentivarlo en el desarrollo de su potencialidad.

Si el alumno no está acostumbrado a trabajar con el sistema de guías, y no posee las habilidades necesarias para ello, el profesor debe confeccionar una guía muy estructurada, dando indicaciones paso a paso; en cambio, si el educando cuenta con más conocimientos y mayor experiencia en este tipo de trabajo, la guía debe ser más flexible de modo que permita a los alumnos mayor iniciativa personal. Cuando el alumno tiene un buen dominio en el uso de este instrumento y un nivel de habilidades adecuado, las guías pueden ser totalmente abiertas, planteando sólo la situación problemática y permitiendo que sea el alumno quien descubra la forma de resolverla.

En general es conveniente que cualquiera sea el tipo de guía que se trabaje, ellas cuenten con:

- Un encabezamiento.
- Una introducción: que incluya motivación y objetivos.
- Cuerpo: donde se especifiquen los materiales necesarios y las actividades a realizar con ellos para solucionar la situación planteada.
- Actividades de culminación y evaluación: con preguntas de síntesis, interpretación de resultados y conclusiones.

EL PIZARRÓN: UN MEDIO

Su uso.

El pizarrón es un medio del que se vale el profesor para presentar símbolos. Puede ocuparse para escribir palabras nuevas, cuadros sinópticos, términos científicos, definiciones, resúmenes, clasificaciones, preguntas, tareas, gráficos, esquemas, bosquejos, etc..

Al usar el pizarrón el profesor debe tener en cuenta las siguientes sugerencias:

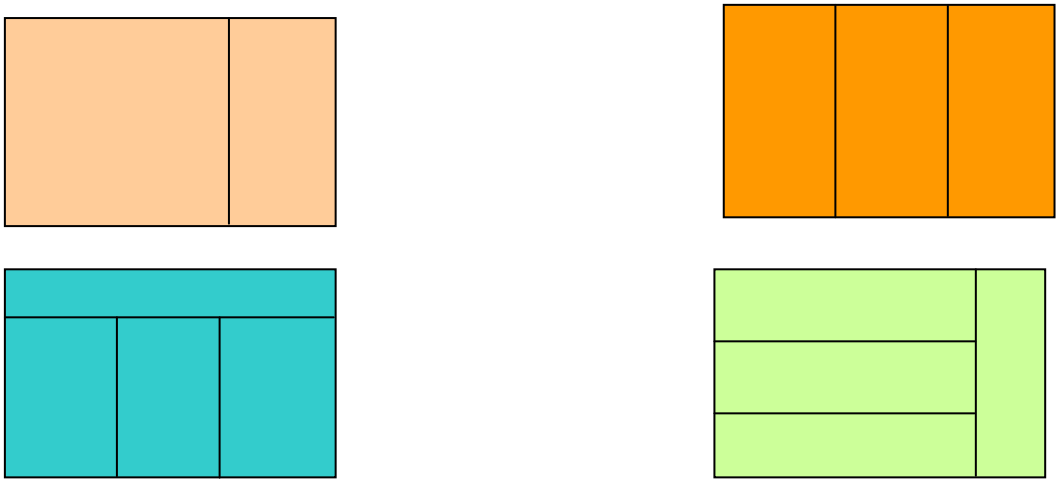
1. Prepararlo adecuadamente.
   - Comprobar que se dispone de tiza. borrador, regla, etc..
   - Verificar que esté limpio y borrado al comenzar la clase.

2. Escribir con letra clara, legible y de tamaño adecuado.

3. Trabajar ordenadamente; planificar previamente lo que se presentará.

4. Distribuir correctamente lo que se escribe.

   - Dividir el pizarrón en regiones y luego escribir en forma correlativa, cuidando siempre de dejar un espacio secundario para las explicaciones accesorias, de tal forma que no se mezclen con los datos principales, y de conservar espacios en blanco para permitir una buena visión de lo escrito.
   - Algunas formas de dividirlo en regiones son:



5. Escribir completos siempre los términos técnicos, fórmulas, fechas y todo otro dato que pueda ofrecer dudas acerca de su ortografía.

6. Usar gráficos y esquemas para escrituras prolongadas. Las llaves, flechas, recuadros, subrayados, líneas de colores, son elementos auxiliares útiles para organizar los contenidos en la pizarra.

7. Realizar solamente los dibujos simples durante el desarrollo de la clase, los más complejos prepararlos con anticipación.

8. Al terminar la clase, debe quedar escrito en el pizarrón un resumen o esquema de lo hecho y dicho en ella.

9. No emplear el pizarrón cuando sea posible copiar el material y entregarlo



INTRODUCCIÓN A MODELLUS

(Herramienta para la Modelización de Sistemas)

1. Introducción

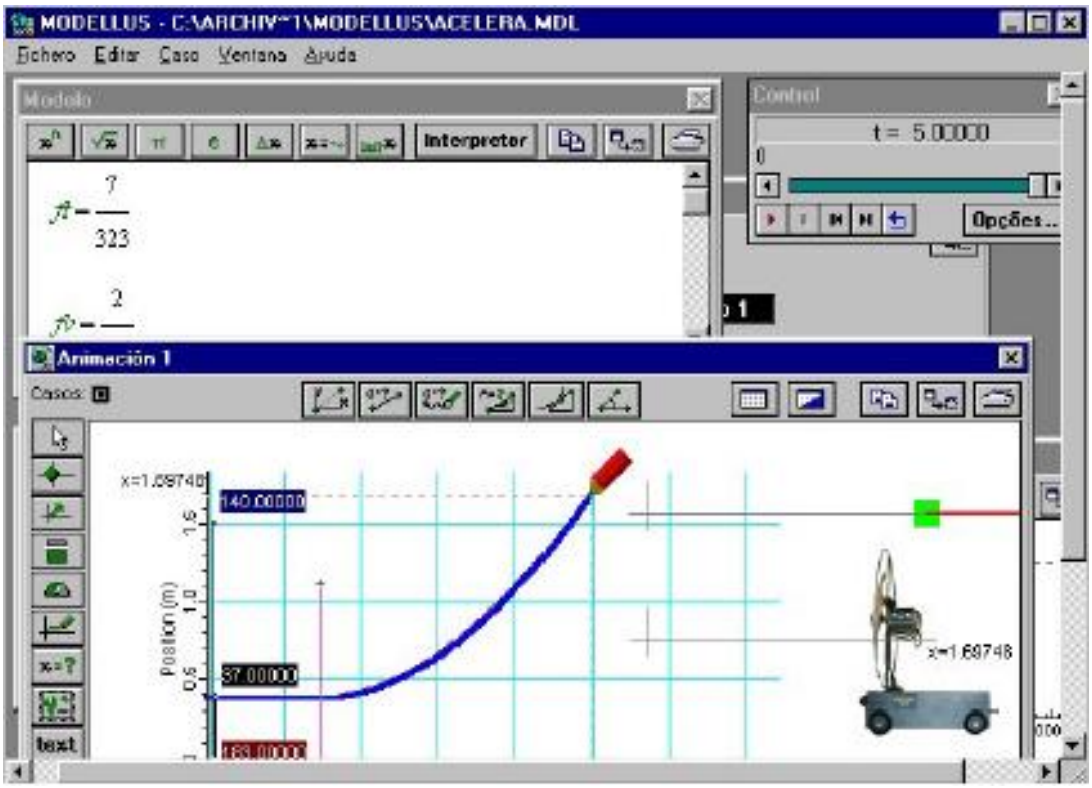
Modellus es una herramienta orientada a la simulación y modelización de sistemas válida para el estudio de diversas materias dentro de los currícula de Educación Secundaria, Bachillerato y Formación Profesional. Sus autores la han concebido como instrumento de apoyo en el aula y con ese objetivo es que se explica su funcionamiento y uso para profesores y estudiantes.

Modelo matemático

Sabemos que los diversos fenómenos que se estudian en las materias del área de ciencias pueden explicarse y representarse mediante su modelo matemático. Este modelo recogerá el comportamiento del sistema tanto en su aspecto temporal (evolución a lo largo del tiempo) como en su aspecto puramente matemático (cálculo de valores). Modellus está orientado a los modelos temporales de tal manera que con él se puede estudiar el comportamiento dinámico de los distintos sistemas. Este comportamiento se podrá estudiar mediante la simulación en distintos escenarios “casos” en cada uno de los cuales cada uno de los parámetros o constantes del modelo pueden ser modificados. Tal sería el caso del estudio de la caída de un cuerpo en distintos planetas del sistema solar con distintas fuerzas de gravedad, o el comportamiento de un muelle con distintas constantes de elasticidad.
La modelización de cualquier fenómeno o sistema se apoya en la observación de los fenómenos que lo caracterizan, razón por la cual, en la medida que podamos reproducir esos fenómenos y experimentar con ellos, podremos comprender con más claridad el modelo. El estudio del modelo se realizará siempre en orden creciente de complejidad de tal forma que en una primera fase se tendrán en cuenta los aspectos más relevantes para posteriormente derivar hacia un modelo más perfecto a través de un método de “refinamiento”. Según lo define uno de sus autores (V. D. Teodoro), Modellus es, bajo el punto de vista computacional, un micromundo computacional para estudiantes y profesores a la vez, basado en un método de programación en el que el usuario escribe en la “Ventana de modelo”.

2. Estructura Básica de Modellus.

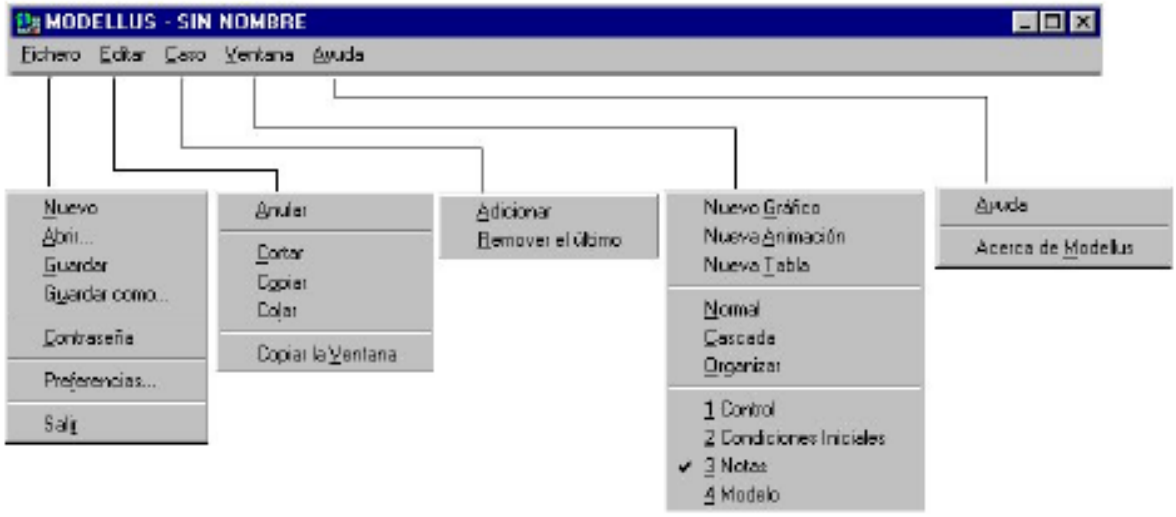
Modellus presenta un entorno muy “amigable” basado en una serie de ventanas, cada una de las cuales recoge o muestra una serie de informaciones muy concretas. En la figura vemos una imagen del entorno; las ecuaciones matemáticas se escriben de la misma manera que lo haría en el papel.



Por ser una aplicación que trabaja en Windows, aprovecha todas las ventajas del entorno y esto facilita su manejo. La versión que explicamos en este trabajo es la V:2.01 de 2000.

Las ventanas permiten la modificación de su tamaño y al activarlas pasan a primer plano colocando en segundo plano a las que estén dentro de su área; del mismo modo las ventanas se pueden mover dentro de la pantalla.

Menú de Modellus:



El menú que presenta el entorno consta de cinco opciones principales:

Fichero
Editar
Caso
Ventana
Ayuda

Fichero: Con la opción Fichero podemos realizar las siguientes operaciones:
Nuevo: Crear un nuevo modelo.
Abrir: Leer un modelo del disco (ya creado).
Guardar: Guardar modelo en un fichero con el mismo nombre que tenga.
Guardar Como: Grabar un fichero con el nombre que le queramos dar.
Contraseña: Poner una clave al modelo de tal manera que no se puedan modificar los datos de las ventanas de animación y modelo.
Preferencias: Configurar ubicación de ficheros.
Salir: Salir y abandonar el programa.
Editar: Permite las operaciones de edición comunes a cualquier herramienta.
Anular: Anula la última operación de edición realizada
Cortar: Permite cortar el objeto seleccionado y lo coloca en el portapapeles.
Copiar: Copia el objeto seleccionado al portapapeles.
Copiar la Ventana: Copia todo el contenido de la ventana en la que estemos y lo deposita en el portapapeles.

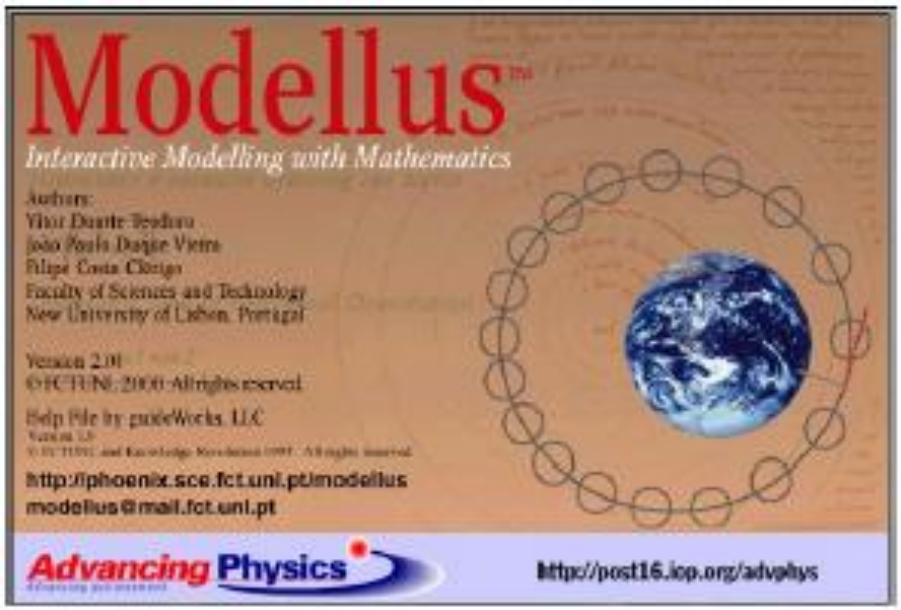
Caso: Esta opción presenta dos posibilidades:
Adicionar: Añade un caso en la ventana de condiciones.
Remover el último: Quita el último de los casos añadidos, téngase en cuenta que al menos debe existir un caso en la ventana de condiciones.
Ventanas: Esta opción presenta las siguientes acciones encaminadas a la creación de ventanas dentro del modelo.
Nuevo Gráfico: Crea una nueva ventana de gráfico.
Nueva Animación: Crea una nueva ventana de animación.
Nueva Tabla: Crea una nueva ventana de tabla.
Normal: Sitúa las ventanas en la pantalla en modo normal
Cascada: Sitúa las ventanas en la pantalla en cascada.
Organizar: Sitúa las ventanas en pantalla de forma organizada.

1 Control: Activamos la ventana de control.
2 Condiciones Iniciales: Activamos la ventana de condiciones iniciales.
3 Notas: Activamos la ventana de notas.
4 Modelo: Activamos la ventana de modelo.

Las ventanas que se van creando aparecerán en esta opción del menú con números consecutivos a partir del 4, téngase en cuenta que las ventanas 1, 2, 3 y 4 no se pueden eliminar.

Ayuda: Muestra las opciones siguientes:

Ayuda: Nos despliega la ventana de ayuda.
Acerca de Modellus: Esta opción nos presenta información sobre el programa



Modellus está estructurado en torno a un conjunto de ventanas sobre las que se escribe o se muestra la información de los modelos que se pretenden simular. Las ventanas son las siguientes:

- Ventana de modelo.
- Ventana de condiciones
- Ventana de animaciones
- Ventana de control
- Ventana de gráficos
- Ventana de tablas

A continuación se estudian estas ventanas, su utilización y contenidos.

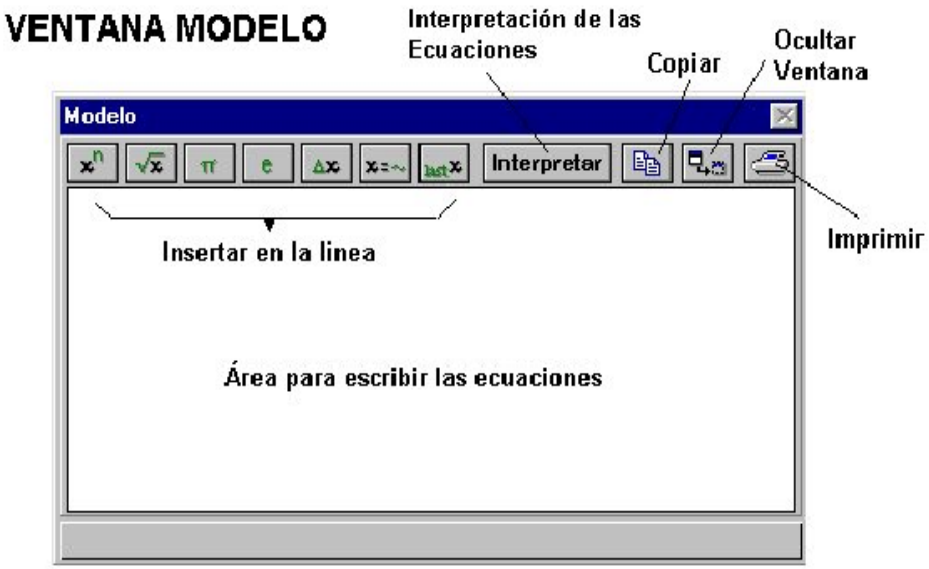
2.1. VENTANA DE MODELO: Escritura de las ecuaciones del modelo. Para iniciar el trabajo con Modellus, una vez arrancada la aplicación, debemos ir al menú Modelo (Nuevo) y de esta manera iniciamos la creación de un modelo nuevo.
Lo primero que debemos hacer es escribir las ecuaciones del modelo, y esto lo hacemos en la “ventana de modelo” que aparece en la figura. A la hora de escribir las ecuaciones tenemos que hacerlo observando unas normas básicas en lo que se refiere a la sintaxis. Estas normas son las siguientes:

Sintaxis de los modelos:

Modellus soporta ecuaciones algebraicas, diferenciales e iterativas.

Usted puede modelar ecuaciones que van desde las relaciones simples como las líneas rectas y parábolas a los conceptos más complejos como son las ecuaciones de Van der Pol o de Lorentz.

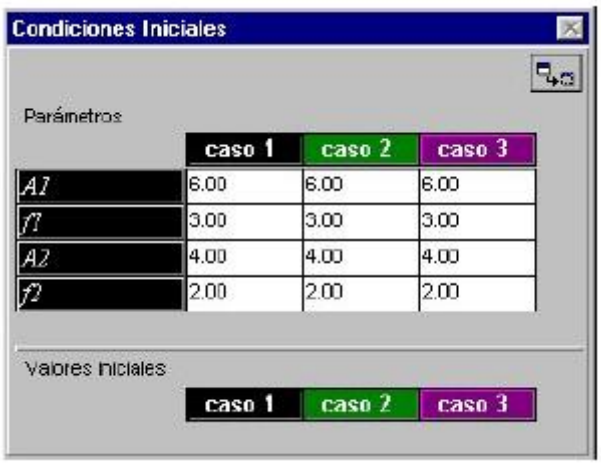
La entrada de un modelo en Modellus es casi como la escritura de ecuaciones matemáticas en el papel.



2.2. VENTANA DE CONDICIONES

Cuando se ha escrito el modelo en la correspondiente ventana y se ha pulsado por primera vez el botón interpretar aparecerá la ventana de “condiciones” que se encarga de recoger los valores de los “parámetros” y los “valores iniciales” del modelo en forma de tabla formando parte del “caso 1" que es el primer caso de simulación que Modellus crea por defecto.
Los “parámetros” se podrán modificar en esta misma ventana o también en la ventana de “animación” haciendo uso de algunos de sus objetos como veremos más adelante.

Cada uno de los posibles casos, que nosotros podremos añadir en el estudio del modelo, no son otra cosa que distintos escenarios para aplicar a las mismas ecuaciones. Esto nos permitirá poder estudiar el modelo cambiando a nuestro gusto distintos parámetros.

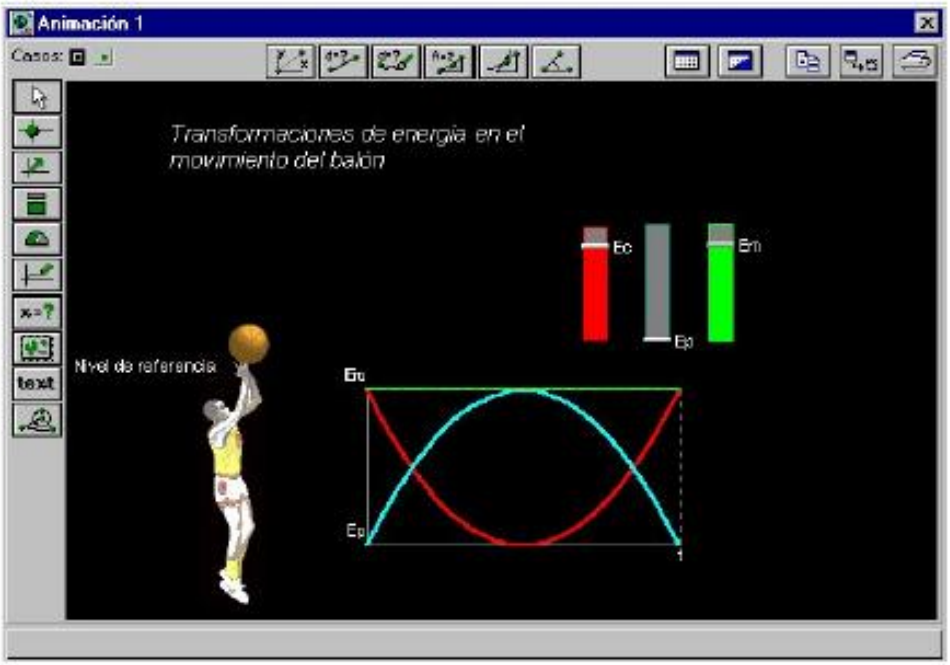


Si deseamos modificar los parámetros desde la ventana de animación quedará invalidado el valor del parámetro que se coloque en esta ventana. Cada uno de los casos que nosotros establezcamos en la simulación tendrá la posibilidad de verse en la ventana de "animación"; bastará con seleccionarlo de entre los que aparecerán señalados en la parte superior izquierda de la ventana, y esto ocurrirá en las ventanas de "tabla" y "gráfico" teniendo en cuenta que en la ventana de "gráfico" pueden coexistir los gráficos de cada uno de los casos con el fin de poder ver las distintas curvas superpuestas.

2.3. VENTANA DE ANIMACIONES

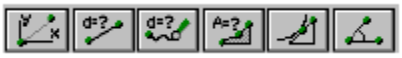
Una vez que hemos escrito las ecuaciones del modelo, la siguiente operación será diseñar la ventana de animaciones en la que se realizarán las representaciones gráficas de aquellos valores que nos interese ver.

Esta ventana tiene mucho interés de cara a ser el "interface" con el estudiante ya que si se hace buen uso de todas sus posibilidades encontraremos en ella una poderosa herramienta. En la figura vemos la estructura de esta ventana de "animación" mostrando un ejemplo de movimiento de un balón lanzado hacia arriba.



El tamaño y posición de esta ventana, al igual que el resto, se puede modificar colocando el puntero en los bordes y estirando hacia dentro o hacia fuera o manteniendo pulsado y moviendo en el caso de cambiar la posición.

En esta ventana se pueden colocar distintos elementos gráficos que se corresponden con los botones que aparecen en la parte superior. Cada uno de estos elementos se podrá asociar a las variables del modelo y realizar las funciones que correspondan a él de acuerdo a los parámetros que se hayan colocado en su ventana de parámetros asociada. Pasaremos a explicar cada uno de los elementos, así como sus ventanas asociadas.

Los botones de la parte superior  se usan para realizar mediciones sobre las imágenes (GIF o BMP) o videos (AVI), que pueden colocarse en el fondo,  usando el botón de fondo.

El rayado (grid) puede mostrarse u ocultarse mediante el botón  . Pulsando sobre el botón de fondo puede definir el espaciado del grid y su color así como el color del fondo de la pantalla.

A continuación se muestra una tabla en la que se puede identificar cada uno de los botones que representan un determinado objeto.

Use esta herramienta……..……..para añadir:

Partícula

 Imagen, bola (partícula), rectángulo, o referencia.

Vector

 Vector con o sin flecha resultante o componentes.

Indicador de Nivel

 Horizontal o Vertical.

Medidor Analógico

 Aguja, reloj, o medidor circulo completo.

Trazador



Realiza el trazado interactivo de líneas o puntos.

Medidor Digital



Medidor digital, mostrado o no el nombre de la Variable.

Importar imagen



Importa imagen en formato BMP o GIF

Texto



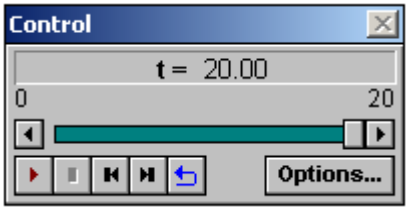
Texto con el color, fuente, estilo y tamaño especificables.

Objeto Geométrico



Líneas y figuras tales como círculos y polígonos.

2.4. VENTANA DE CONTROL



Una vez que hemos diseñado el modelo en la ventana “Modelo” y hemos colocado en la ventana “animaciones los objetos, así como las condiciones y las tablas y gráficos que nos haya parecido bien, se debe pasar a la fase de “simulación”.

En la fase de “simulación” Modellus realizará los cálculos y mostrará los valores de la forma que hayamos previsto. La ventana “Control” es la que permite el control del proceso de simulación.

Los botones de esta ventana sirven para:

Simular  o detener  la simulación.

Terminar  la simulación.

Reiniciar el modelo, ir al principio sin perder los valores calculados.

Saltar al último valor calculado del modelo.

Repetir la simulación del modelo.

Lee t = 6.80 el actual valor de la variable independiente.

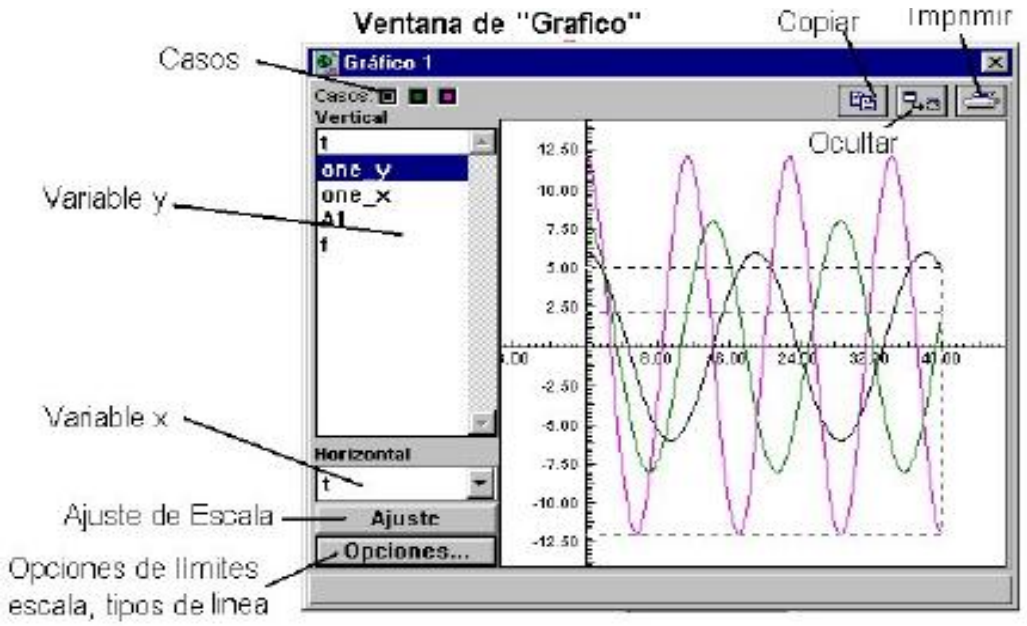
Muestra el valor actual de la variable independiente y chequea visualmente el progreso de esta variable.

Ir atrás o adelante un simple paso.

Acceder a caja de diálogo Opciones…:

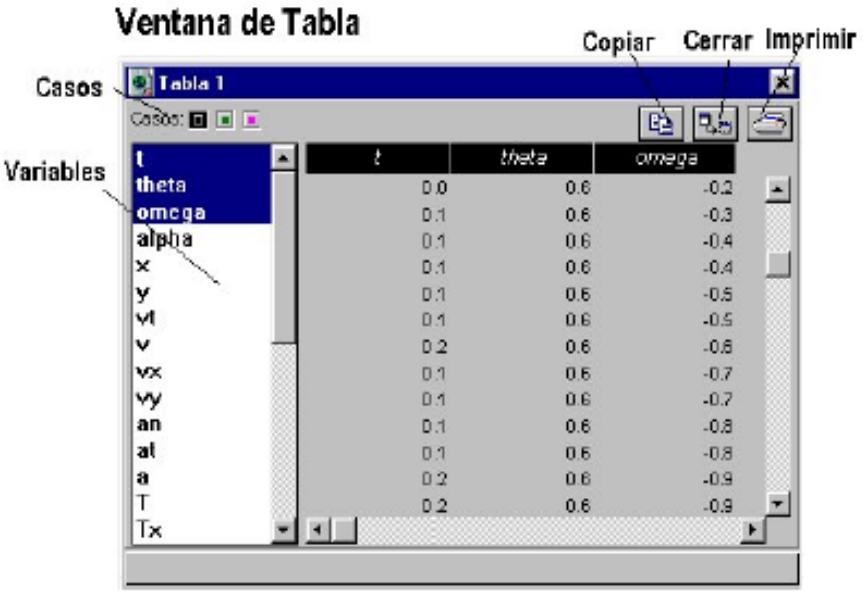
2.5. VENTANA DE GRÁFICO

Mediante esta ventana podemos realizar representaciones gráficas en ejes de coordenadas (XY) de las variables que queramos y para los casos que hayamos definido mediante la opción del menú “Casos”. En la figura vemos la ventana de “gráficos” y en ella se puede distinguir el área de representación en donde se dibujan los gráficos y a la izquierda aparecen las ventanas de las variables.



2.6. VENTANA DE TABLA

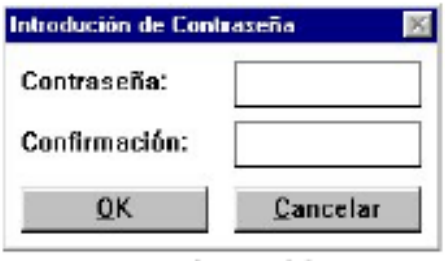
En numerosas aplicaciones será necesario realizar una tabla con los valores de las variables, esta posibilidad nos la brinda la ventana de “tabla” que sencillamente permite la creación de tablas con tantas variables como seleccionemos en la ventana de la izquierda simplemente pulsando las teclas “Control” o “Shift” a la vez que señalamos con el ratón (tecla izquierda) sobre éstas.



2.7. PROTECCIÓN DE LOS TRABAJOS

Mediante la opción Contraseña dentro del menú de “Fichero” podremos conseguir proteger el trabajo, de tal manera que a quien realice las simulaciones solo le estará permitido ver los resultados, pero nunca modificar la ventana “Modelo” o la ventana Animación ni podrá modifica ni crear ventanas de “gráficos” o “tablas”.

Cuando activamos por primera vez ésta opción aparece una ventana como la de la figura en la que se nos pide el Password y la Confirmación, es decir debemos escribir dos veces, una en cada ventana, el password (clave).



PRESENTACIÓN

A partir de este momento iniciamos el estudio con Modellus de Corriente Eléctrica Estacionaria, subunidad perteneciente al Electromagnetismo.

Dicho estudio abarca el desarrollo de los siete temas que fueron descritos anteriormente y cada uno de ellos contiene su respectiva fundamentación teórica, sus gráficas en caso de haberlas y sus ecuaciones matemáticas.

A continuación se enlistan las animaciones conceptuales, ejercitativas y lúdicas de dada tema y una de estas animaciones es presentada como **animación de muestra** con su correspondiente modelo matemático.

Es necesario indicar que la **animación de muestra** presentada en esta tesis es sólo un ejemplo de animación por cada tema, puesto que todas las animaciones de la subunidad mencionada se encuentran en un CD adjunto en formato DVD.

2.3.1 CORRIENTE ELÉCTRICA. DENSIDAD DE CORRIENTE

La carga eléctrica en movimiento constituye una corriente eléctrica y cualquier medio capaz de transportar una corriente es un conductor. En los conductores sólidos la corriente es "llevada" por los electrones; en los líquidos, por iones positivos y negativos; en los gases, por electrones e iones positivos; en los semiconductores, por electrones y lagunas o huecos. Para cuantificar la corriente eléctrica se han ideado los conceptos de intensidad de corriente eléctrica y densidad de corriente eléctrica, el primero de tipo escalar y el segundo de tipo vectorial. Empezaremos analizando el primero de ellos, desde diferentes puntos de vista.

Se define la intensidad de corriente eléctrica como la razón entre la carga positiva (lagunas) que fluye por una sección transversal de un conductor y el tiempo requerido para ello, es decir:

$$\boxed{I = \frac{\Delta Q}{\Delta t}} \quad \text{(para corrientes constantes)} \qquad (2.3.1.1)$$

$$\boxed{i = \frac{dq}{dt}} \quad \text{(para corrientes variables)} \qquad (2.3.1.2)$$

que se expresan en amperios, *A*, y aunque se trata de una cantidad escalar, se le asigna un sentido convencional de flujo, esto es, desde los puntos de mayor potencial eléctrico hacia los de menor potencial. La existencia y subsistencia de la corriente eléctrica se debe a la acción de un campo eléctrico $\vec{E}$ dentro del conductor el cual, a su vez, es consecuencia de una diferencia de potencial perdurable entre dos puntos cualesquiera del mismo, y esto ocurre como resultado de la presencia de ciertos dispositivos llamados "fuentes de fem". Gracias al campo, las cargas experimentan la fuerza $\vec{F} = q\vec{E}$, la que provocaría la aceleración $\vec{a} = \vec{F}/m = q\vec{E}/m$ incrementando continuamente la velocidad de las cargas; sin embargo, debido a los incontables choques que sufren éstas con los átomos de la red cristalina del conductor, apenas alcanzan una velocidad promedio bastante pequeña denominada "velocidad de arrastre", $\vec{U}$, que es proporcional al campo existente, esto es:

$$\boxed{\vec{U} = \mu\vec{E}} \qquad (2.3.1.3)$$

que se expresa en *m/s*; la constante de proporcionalidad μ representa la "movilidad" de las cargas, la cual depende de la sustancia y de la temperatura y se expresa en $m^2/(V.s)$. Si la densidad volumétrica de carga dentro del conductor es ρ, la intensidad a través de una sección *S* es:

$$I = \rho \vec{U} \cdot \vec{S} \qquad (2.3.1.4)$$

La densidad de corriente eléctrica, $\vec{J}$, es un campo vectorial proporcional a la velocidad de arrastre de la carga, esto es:

$$\vec{J} = \rho \vec{U} \qquad (2.3.1.5)$$

que se expresa en A/m^2; la constante de proporcionalidad ρ es la densidad volumétrica de carga.

Utilizando la ecuación (2.3.1.3) en (2.3.1.5) se tiene $\vec{J} = \rho \mu \vec{E}$; pero el producto de las constantes ρ y μ es otra constante muy importante dentro de la electrocinética, se denomina conductividad eléctrica del conductor y se representa con σ, entonces:

$$\sigma = \rho \mu \qquad (2.3.1.6)$$

que se expresa en siemens por metro, *S/m*; entonces la ecuación (2.3.1.5) toma la forma:

$$\vec{J} = \sigma \vec{E} \qquad (2.3.1.7)$$

y se conoce como "la forma puntual de la ley de Ohm". Relacionando las ecuaciones (2.3.1.4) y (2.3.1.7) encontramos que:

$$\vec{J} = \frac{I}{S} \vec{u} \qquad (2.3.1.8)$$

o:

$$I = \int \vec{J} \cdot d\vec{S} \qquad (2.3.1.9)$$

MATERIAL	*CONDUCTIVIDAD* *S/m*	*MOVILIDAD* $m^2/(V.s)$
Plata	*6,803E7*	*0,0050*
Cobre	*5,813E7*	*0,0032*
Aluminio	*3,802E7*	*0,0014*
Germanio tipo N	*26,804*	*0,380*
Germanio tipo P	*10 000*	*0,180*

Tabla 2.3.1.1

LISTADO DE ANIMACIONES

a) Conceptuales:

EM231C01
EM231C02
EM231C03

b) Ejercitativas:

EM231E01
EM231E02
EM231E03

c) Lúdicas

EM231L01

ANIMACIÓN DE MUESTRA



MODELO MATEMÁTICO

A=60
B=615
C=77
D=470
E=5
F=370
G=235
H=555
G1=570
H1=500
G2=700
H2=500
I=235
J=400
I1=570
J1=350
I2=700
J2=350
K=235
L=250
K1=570
L1=200
K2=700
L2=200
M=235
N=115
M1=570
N1=50
M2=700
N2=50
x
y
O=x
P=y

```
O1=880
P1=50
x1
y1
O3=x1
P3=y1
O4=880
P4=200
x2
y2
O5=x2
P5=y2
O6=880
P6=360
x3
y3
O7=x3
P7=y3
O8=880
P8=510
Q=100
R=8500
S=100
T=8500
Q1=100
R1=8500
S1=100
T1=8500
Q2=100
R2=8500
S2=100
T2=8500
Q3=100
R3=8500
S3=100
T3=8500
if(x3>-320)and(x3<-300)and(y3>-10)and(y3<10)then(R=85)and(G1=2000)
if(x3>-190)and(x3<170)and(y3>10)and(y3<10)then(T=85)and(G2=2000)
    and(stop(t))
```

```
if(x2>-320)and(x2<-300)and(y2>-10)and(y2<10)then(T1=85)and(I1=2000)
    and(stop(t))
if(x2>-190)and(x2<-170)and(y2>-10)and(y2<10)then(R1=85)and(I2=2000)
if(x1>-320)and(x1<-300)and(y1>-10)and(y1<10)then(T2=85)and(K1=2000)
    and(stop(t))
if(x1>-190)and(x1<-170)and(y1>-10)and(y1<10)then(R2=85)and(K2=2000)
if(x>-320)and(x<-300)and(y>0)and(y<20)then(R3=85)and(M1=2000)
if(x>-190)and(x<-170)and(y>0)and(y<20)then(T3=85)and(M2=2000)and(stop(t))
```

2.3.2 LEY DE OHM. RESISTENCIA Y CONDUCTANCIA

Retomemos la forma puntual de la ley de Ohm, $J = \sigma E$. Dentro de un conductor de sección uniforme tenemos $J = I/S$ y $E = V/l$, entonces:

$$\frac{I}{S} = \frac{\sigma V}{l}$$

de donde:

$$\frac{V}{I} = \frac{l}{\sigma S} = constante$$

La constante de la ecuación anterior se denomina "resistencia eléctrica" de la porción de conductor considerada y se expresa en ohmios, Ω, de modo que:

$$\boxed{R = \frac{V}{I}} \qquad (2.3.2.1)$$

es la forma integral de la ley de Ohm. Igualmente la expresión:

$$\boxed{R = \frac{l}{\sigma S}} \qquad (2.3.2.2)$$

define la resistencia de una porción de conductor en función de sus parámetros físicos, siendo muy importante su conductividad.

De las ecuaciones (2.3.2.1) y (2.3.2.2) obtenemos:

$$\boxed{\sigma = \frac{l}{RS} = \frac{ll}{VS}} \qquad (2.3.2.3)$$

que expresan la conductividad de un material. El inverso de la conductividad es la resistividad, g, que se expresa en $\Omega.m$:

$$\boxed{g = \frac{1}{\sigma} = \frac{RS}{l} = \frac{VS}{ll}} \qquad (2.3.2.4)$$

con lo que la ecuación (2.3.2.2) puede escribirse en la forma:

$$R = \frac{gl}{S} \qquad (2.3.2.5)$$

El inverso de la resistencia eléctrica es la conductancia eléctrica, *G*, que se expresa en siemens, *S*, entonces:

$$G = \frac{1}{R} = \frac{I}{V} = \frac{\sigma S}{l} = \frac{S}{gl} \qquad (2.3.2.6)$$

De una manera más general, la resistencia eléctrica se define mediante:

$$R = \frac{\int \vec{E} \cdot d\vec{l}}{\int \vec{J} \cdot d\vec{S}} = \frac{\int \vec{E} \cdot d\vec{l}}{\sigma \int \vec{E} \cdot d\vec{S}} \qquad (2.3.2.7)$$

o también:

$$R = \int \frac{\vec{J} \cdot \vec{E}}{I^2} dv \qquad (2.3.2.8)$$

La ley de Ohm en la forma $R = V/I$ es especialmente útil y aplicable al caso de los circuitos eléctricos simples en corrientes directa y constante, esto es, corrientes de valor constante y que fluyen siempre en un mismo sentido.

La resistencia eléctrica depende también de la temperatura; para el caso de los conductores metálicos comunes, la dependencia es prácticamente lineal y se puede expresar mediante:

$$R = R_0 \left(+ \alpha \Delta T \right) \qquad (2.3.2.9)$$

en donde R_0 es la resistencia eléctrica del elemento o conductor "en frío", esto es, a *273,15 K*, además, $\Delta T = T - 273{,}15$ y α el coeficiente térmico, que es característico de cada material. En la tabla 2.3.2.1 se indican algunas sustancias, sus conductividades y sus coeficientes térmicos.

Ciertos elementos especiales como los termistores tienen resistencias muy sensibles a la temperatura, siendo su dependencia de tipo exponencial en la forma:

$$R = R_0 e^{k \Delta T} \qquad (2.3.2.10)$$

en donde k es el coeficiente del termistor que puede ser negativo (termistor NTC) o positivo (termistor PTC) y $\Delta T = T - 273{,}15$.

M A T E R I A L	*CONDUCTIVIDAD*	*COEF. TÉRMICO*
	S/m	K^{-1}
acero	*5,555E6*	*0,0030*
aluminio	*3,802E7*	*0,0039*
carbón	*2,857E-4*	*-0,0050*
constantán (*Cu* + *Ni*)	*2,040E6*	*0,000 002*
cobre	*5,813E7*	*0,003 93*
germanio	*2*	*-0,050*
hierro	*1,000E7*	*0,0050*
latón (*Cu* + *Zn*)	*1,428E7*	*0,0020*
manganina (*Cu* + *Mn* + *Ni*)	*2,272E6*	*0,000 000*
mercurio	*1,064E6*	*0,000 88*
nicromo (*Ni* + *Cr*)	*1,000E6*	*0,0004*
níquel	*1,282E7*	*0,006*
oro	*4,098E7*	*0,0034*
plata	*6,803E7*	*0,0038*
platino	*9,615E6*	*0,0039*
plomo	*4,545E6*	*0,0043*
silicio	*1,000E-3*	*-0,070*
wolframio o tungsteno	*1,815E7*	*0,0045*

T a b l a 2 . 3 . 2 . 1

LISTADO DE ANIMACIONES

a) Conceptuales:

EM232C01
EM232C02
EM232C03
EM232C04

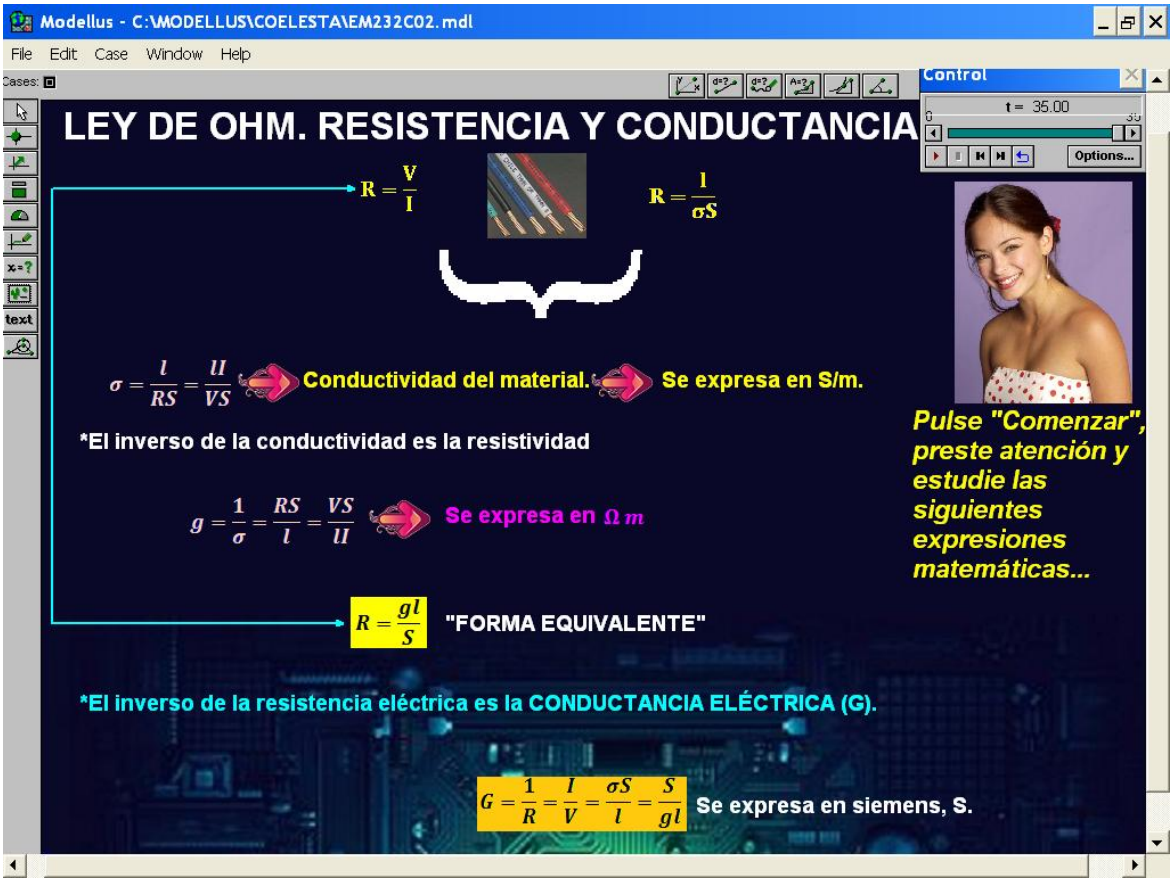
b) Ejercitativas:

EM232E01
EM232E02
EM232E03

c) Lúdicas

EM232L01
EM232L02

ANIMACIÓN DE MUESTRA



MODELO MATEMÁTICO

A=15
B=665
A2=875
B2=500
C2=760
D2=400
C=300
D=590
E=430
F=585
G=560
H=585
I=434
J=510
K=110
L=420
M=195
N=420
O=225
P=434
Q=505
R=420
S=540
T=434
K1=30
L1=380
A1=200
B1=300
C1=310
D1=300
E1=350
F1=315
G1=507
H1=303
O1=300

P1=210
Q1=350
R1=220
I1=5
J1=250
L2=341
L3=265
L4=-41
L5=255
S1=30
T1=150
U1=470
V1=50
U=570
V=60
if(t<1)then(C=-2000)and(G=2000)
if(t<3)then(I=-2000)
if(t<5)then(K=-2000)
if(t<7)then(M=-2000)
if(t<8)then(O=-2000)
if(t<9)then(Q=-2000)
if(t<11)then(S=-2000)
if(t<15)then(K1=-2000)
if(t<18)then(A1=-2000)
if(t<20)then(C1=2000)
if(t<22)then(E1=-2000)and(G1=2000)
if(t<25)then(O1=-2000)and(Q1=2000)
if(t<27)then(L2=-2000)and(L3=2000)and(L4=2000)and(L5=2000)
if(t<30)then(S1=-2000)
if(t<32)then(U1=-2000)
if(t<34)then(U=2000)

2.3.3 ASOCIACIÓN DE RESISTORES

Al igual que con capacitores, es posible asociar dos o más resistores en circuitos serie, paralelo y mixto.

a) Asociación en serie: Dos o más resistores están en serie, entre dos puntos de un circuito, si para ir del primero al segundo punto la corriente sólo puede hacerlo atravesándolos consecutivamente a todos ellos; entonces si uno de ellos se daña, la corriente se interrumpe. Las ecuaciones importantes son:

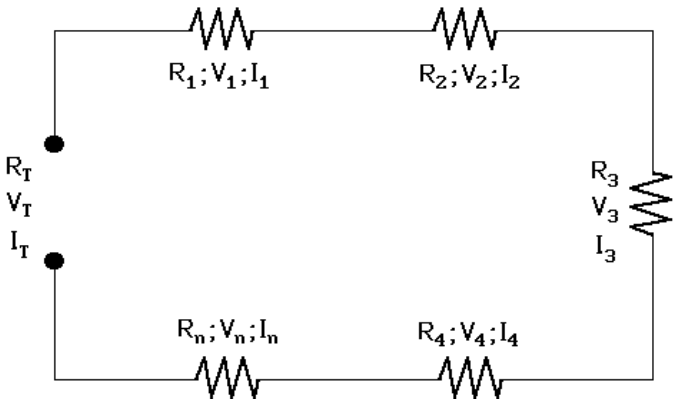


Figura 2.3.3.1

$$I_T = I_i$$

$$V_T = \Sigma V_i$$

$$V_i = I R_i$$

$$R_T = \Sigma R_i$$

(2.3.3.1)

b) Asociación en paralelo: Dos o más resistores están en paralelo, entre dos puntos de un circuito, si para ir del primero al segundo punto la corriente podría hacerlo a través de uno solo de ellos, aunque realmente lo haga en forma ramificada por todos ellos; entonces cada resistor es una vía independiente para la corriente y si uno de ellos se daña la corriente sigue fluyendo por los demás. Las ecuaciones importantes son:

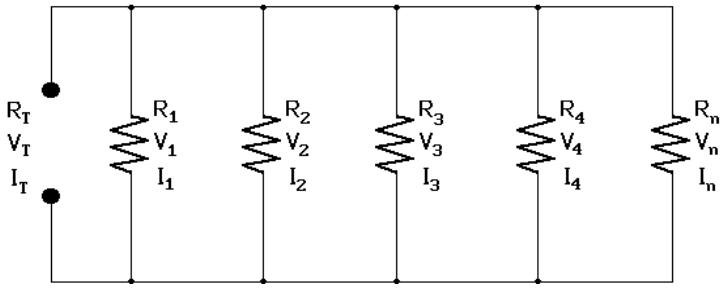
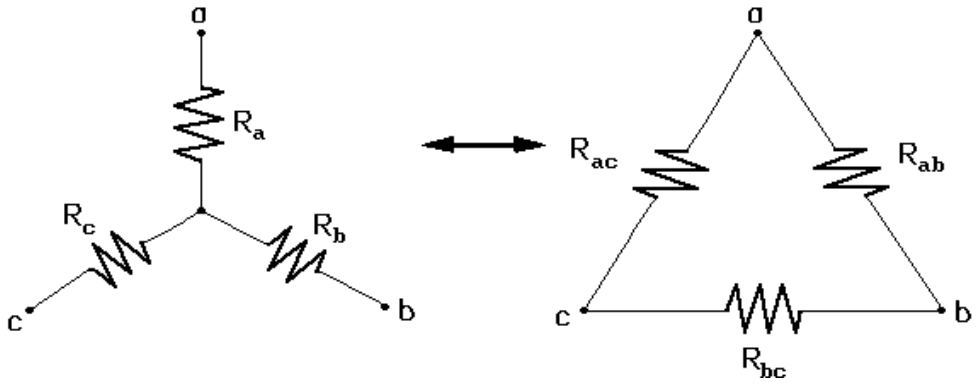


Figura 2.3.3.2

$$\boxed{\begin{aligned} V_T &= V_i \\ I_T &= \Sigma I_i \\ I_i &= \frac{V}{R_i} \\ \frac{1}{R_T} &= \sum \frac{1}{R_i} \end{aligned}} \qquad (2.3.3.2)$$

c) Asociación mixta: esto es, porciones en serie, porciones en paralelo y porciones más complejas llamadas redes (estrellas y polígonos). La resolución de estos circuitos es algo laboriosa: se simplifica poco a poco según se pueda y donde sea necesario se harán conversiones de estrella a polígono o viceversa. La estrella más sencilla es la "Y " y el polígono más sencillo es la "Δ"; las ecuaciones de conversión son:



$$\boxed{R_{ab} = R_a . R_b \sum \frac{1}{R_Y} \quad ; \quad R_a = \frac{R_{ab} . R_{ac}}{\Sigma R_\Delta}} \qquad (2.3.3.3)$$

en donde:

$$\sum \frac{1}{R_Y} = \frac{1}{R_a} + \frac{1}{R_b} + \frac{1}{R_c} \quad ; \quad \Sigma R_\Delta = R_{ab} + R_{ac} + R_{bc}$$

LISTADO DE ANIMACIONES

a) Conceptuales:

EM233C01
EM233C02

b) Ejercitativas:

EM233E01
EM233E02
EM233E03
EM233E04

c) Lúdicas:

EM233L01
EM233L02

ANIMACIÓN DE MUESTRA



MODELO MATEMÁTICO

A=250
B=620
C=75
D=500
E=10
F=400
G=170
H=560
I=5400
J=413
K=5400
L=413
O=4640
P=378
Q=4640
R=378
E1=5680
F1=302
G1=5680
H1=302
K1=4250
L1=291
M1=4250
N1=291
Q1=3660
R1=203
S1=3660
T1=203
G2=5330
H2=238
I2=5330
J2=238
M2=6370
N2=205

O2=6370
P2=205
C3=5260
D3=165
E3=5260
F3=165
I3=3800
J3=146
K3=3800
L3=146
g=6950
h=56
i=6950
j=56
a2=4200
b2=28
c2=4200
d2=28
x
y
A4=x
B4=y
A5=850
A6=380
A7=820
A8=500
A9=1640
A10=760
M=4730
N=242
if(t>0)and(t<2)then(I=20000)and(K=540)
if(t>2)and(t<2)then(K=20000)and(I=540)
if(t>4)and(t<6)then(I=20000)and(K=540)
if(t>6)and(t<8)then(K=20000)and(I=540)
if(t>8)and(t<10)then(I=20000)and(K=540)
if(t>2)and(t<4)then(O=20000)and(Q=464)and(g=20000)and(i=695)
if(t>4)and(t<6)then(Q=20000)and(O=464)and(i=20000)and(g=695)
if(t>6)and(t<8)then(O=20000)and(Q=646)and(g=20000)and(i=695)
if(t>8)and(t<10)then(Q=20000)and(O=464)and(i=20000)and(g=695)

if(t>10)and(t<12)then(O=20000)and(Q=464)and(g=2000)and(i=695)
if(t>0)and(t<3)then(E1=20000)and(G1=568)
if(t>3)and(t<6)then(G1=20000)and(E1=568)
if(t>6)and(t<9)then(E1=20000)and(G1=568)
if(t>9)and(t<12)then(G1=20000)and(E1=568)
if(t>12)and(t<15)then(E1=20000)and(G1=568)
if(t>2)and(t<4)then(K1=20000)and(M1=425)and(I3=20000)and(K3=380)
if(t>4)and(t<6)then(M1=20000)and(K1=425)and(K3=20000)and(I3=380)
if(t>6)and(t<8)then(K1=20000)and(M1=425)and(I3=20000)and(K3=380)
if(t>8)and(t<10)then(M1=20000)and(K1=425)and(K3=20000)and(I3=380)
if(t>10)and(t>12)then(K1=20000)and(M1=425)and(I3=20000)and(K3=380)
if(t>2)and(t<5)then(Q1=20000)and(S1=366)
if(t>5)and(t<8)then(S1=20000)and(Q1=366)
if(t>8)and(t<11)then(Q1=20000)and(S1=366)
if(t>11)and(t<14)then(S1=20000)and(Q1=366)
if(t>14)and(t<17)then(Q1=20000)and(S1=366)
if(t>3)and(t<5)then(G2=20000)and(I2=533)and(a2=2000)and(c2=420)
if(t>5)and(t<7)then(I2=20000)and(G2=533)and(c2=2000)and(a2=420)
if(t>7)and(t<9)then(G2=20000)and(I2=533)and(a2=2000)and(c2=420)
if(t>9)and(t<11)then(I2=20000)and(G2=533)and(c2=2000)and(a2=420)
if(t>11)and(t<13)then(G2=20000)and(I2=533)and(a2=2000)and(c2=420)
if(t>3)and(t<5)then(M2=20000)and(O2=637)
if(t>5)and(t<7)then(O2=20000)and(M2=637)
if(t>7)and(t<9)then(M2=20000)and(O2=637)
if(t>9)and(t<11)then(O2=20000)and(M2=637)
if(t>11)and(t<13)then(M2=20000)and(O2=637)
if(t>2)and(t<4)then(C3=20000)and(E3=526)
if(t>4)and(t<6)then(E3=20000)and(C3=526)
if(t>6)and(t<8)then(C3=20000)and(E3=526)
if(t>8)and(t<10)then(E3=20000)and(C3=526)
if(t>10)and(t<12)then(C3=20000)and(E3=526)
if(x>327)and(x<297)and(y>19)and(y<49)then(A4=2000)and(B4=2000)and(I=2000)
and(K=2000)and(O=2000)and(Q=2000)and(E1=2000)and(G1=2000)
and(K1=2000)and(M1=2000)and(Q1=2000)and(S1=2000)and(G2=2000)
and(I2=2000)and(M2=2000)and(O2=2000)and(C3=2000)and(E3=2000)
and(I3=2000)and(K3=2000)and(g=2000)and(i=2000)and(a2=2000)
and(c2=2000)and(M=473)and(stop(t))
if(x>-403)and(x<-373)and(y>13)and(y<17)then(A4=2000)and(B4=2000)
and(I=2000)and(K=2000)and(O=2000)and(Q=2000)and(E1=2000)

and(G1=2000)and(K1=2000)and(M1=2000)and(Q1=2000)and(S1=2000)
and(G2=2000)and(I2=2000)and(M2=2000)and(O2=2000)and(C3=2000)
and(E3=2000)and(I3=2000)and(K3=2000)and(g=2000)and(i=2000)
and(a2=2000)and(c2=2000)and(M=473)and(stop(t))
if(x>-297)and(x<-282)and(y>-95)and(y<65)then(A4=2000)and(B4=2000)
and(I=2000)and(K=2000)and(O=2000)and(Q=2000)and(E1=2000)
and(G1=2000)and(K1=2000)and(M1=2000)and(Q1=2000)and(S1=2000)
and(G2=2000)and(I2=2000)and(M2=2000)and(O2=2000)and(C3=2000)
and(E3=2000)and(I3=2000)and(K3=2000)and(g=2000)and(i=2000)
and(a2=2000)and(c2=2000)and(M=473)and(stop(t))
if(x>-439)and(x<-409)and(y>-101)and(y<-71)then(A4=2000)and(B4=2000)
and(I=2000)and(K=2000)and(O=2000)and(Q=2000)and(E1=2000)
and(G1=2000)and(K1=2000)and(M1=2000)and(Q1=2000)and(S1=2000)
and(G2=2000)and(I2=2000)and(M2=2000)and(O2=2000)and(C3=2000)
and(E3=2000)and(I3=2000)and(K3=2000)and(g=2000)and(i=2000)
and(a2=2000)and(c2=2000)and(M=473)and(stop(t))
if(x>-501)and(x<-471)and(y>-197)and(y<-167)then(A4=2000)and(B4=2000)
and(I=2000)and(K=2000)and(O=2000)and(Q=2000)and(E1=2000)
and(G1=2000)and(K1=2000)and(M1=2000)and(Q1=2000)and(S1=2000)
and(G2=2000)and(I2=2000)and(M2=2000)and(O2=2000)and(C3=2000)
and(E3=2000)and(I3=2000)and(K3=2000)and(g=2000)and(i=2000)
and(a2=2000)and(c2=2000)and(M=473)and(stop(t))
if(x>-331)and(x<-301)and(y>-157)and(y<-127)then(A4=2000)and(B4=2000)
and(I=2000)and(K=2000)and(O=2000)and(Q=2000)and(E1=2000)
and(G1=2000)and(K1=2000)and(M1=2000)and(Q1=2000)and(S1=2000)
and(G2=2000)and(I2=2000)and(M2=2000)and(O2=2000)and(C3=2000)
and(E3=2000)and(I3=2000)and(K3=2000)and(g=2000)and(i=2000)
and(a2=2000)and(c2=2000)and(M=473)and(stop(t))
if(x>-229)and(x<-199)and(y>-191)and(y<-161)then(A4=2000)and(B4=2000)
and(I=2000)and(K=2000)and(O=2000)and(Q=2000)and(E1=2000)
and(G1=2000)and(K1=2000)and(M1=2000)and(Q1=2000)and(S1=2000)
and(G2=2000)and(I2=2000)and(M2=2000)and(O2=2000)and(C3=2000)
and(E3=2000)and(I3=2000)and(K3=2000)and(g=2000)and(i=2000)
and(a2=2000)and(c2=2000)and(M=473)and(stop(t))
if(x>-337)and(x<-307)and(y>-229)and(y<-199)then(A4=2000)and(B4=2000)
and(I=2000)and(K=2000)and(O=2000)and(Q=2000)and(E1=2000)
and(G1=2000)and(K1=2000)and(M1=2000)and(Q1=2000)and(S1=2000)
and(G2=2000)and(I2=2000)and(M2=2000)and(O2=2000)and(C3=2000)
and(E3=2000)and(I3=2000)and(K3=2000)and(g=2000)and(i=2000)

and(a2=2000)and(c2=2000)and(M=473)and(stop(t))
if(x>-483)and(x<-453)and(y>-249)and(y<-219)then(A4=2000)and(B4=2000)
and(I=2000)and(K=2000)and(O=2000)and(Q=2000)and(E1=2000)
and(G1=2000)and(K1=2000)and(M1=2000)and(Q1=2000)and(S1=2000)
and(G2=2000)and(I2=2000)and(M2=2000)and(O2=2000)and(C3=2000)
and(E3=2000)and(I3=2000)and(K3=2000)and(g=2000)and(i=2000)
and(a2=2000)and(c2=2000)and(M=473)and(stop(t))
if(x>-173)and(x<-143)and(y>-339)and(y<-309)then(A4=2000)and(B4=2000)
and(I=2000)and(K=2000)and(O=2000)and(Q=2000)and(E1=2000)
and(G1=2000)and(K1=2000)and(M1=2000)and(Q1=2000)and(S1=2000)
and(G2=2000)and(I2=2000)and(M2=2000)and(O2=2000)and(C3=2000)
and(E3=2000)and(I3=2000)and(K3=2000)and(g=2000)and(i=2000)
and(a2=2000)and(c2=2000)and(M=473)and(stop(t))
if(x>-447)and(x<-417)and(y>-363)and(y<-333)then(A4=2000)and(B4=2000)
and(I=2000)and(K=2000)and(O=2000)and(Q=2000)and(E1=2000)
and(G1=2000)and(K1=2000)and(M1=2000)and(Q1=2000)and(S1=2000)
and(G2=2000)and(I2=2000)and(M2=2000)and(O2=2000)and(C3=2000)
and(E3=2000)and(I3=2000)and(K3=2000)and(g=2000)and(i=2000)
and(a2=2000)and(c2=2000)and(M=473)and(stop(t))

2.3.4 POTENCIA, ENERGÍA Y LEY DE JOULE

Los conceptos de potencia y energía son aplicables a circuitos eléctricos sencillos completos, a porciones de ellos o inclusive a uno solo de sus elementos. Aplicando el concepto de potencia, $P = dW/dt$ a cualquiera de los casos tenemos:

$$P = \frac{dW}{dt} = \frac{d}{dt}(qV) = \frac{dq}{dt}V + q\frac{dV}{dt}$$

que para el caso de corrientes continuas y constantes se reduce a:

$$\boxed{P = IV} \qquad (2.3.4.1)$$

la cual se expresa en vatios, *W*. De la ley de Ohm, despejando I y V y sustituyendo en la ecuación anterior tenemos las formas alternas:

$$\boxed{P = \frac{V^2}{R} = I^2 R} \qquad (2.3.4.2)$$

Para obtener las expresiones de la energía desarrollada o convertida en un circuito o parte de él tenemos:

$$dE = P\,dt$$

$$E = \int P\,dt$$

que para el caso de corrientes constantes es:

$$\boxed{E = Pt = IVt = \frac{V^2}{R}t = I^2 Rt} \qquad (2.3.4.3)$$

La expresión $E = I^2 Rt$ es particularmente especial, tanto por cuestiones históricas como experimentales; se denomina "ley de Joule" y es la ecuación que relaciona el trabajo o energía que realiza una porción de circuito, concretamente un resistor, en julios, con la cantidad de calor desarrollado o generado por el mismo, en julios; en consecuencia podemos escribir la ley de Joule en la forma:

$$\boxed{\Delta Q = I^2 Rt} \qquad (2.3.4.4)$$

la cual tiene aplicación en todos los dispositivos que transforman la energía potencial eléctrica en energía térmica o calor. Si un calorímetro de capacidad térmica *C* contiene un resistor calefactor, resulta muy útil la ecuación:

$$\boxed{(mc + C)\Delta T = I^2 Rt} \qquad (2.3.4.5)$$

en fenómenos calorimétricos y similares de tipo experimental.

LISTADO DE ANIMACIONES

a) Conceptuales:

EM234C01
EM234C02

b) Ejercitativas:

EM234E01
EM234E02
EM234E03

a) Lúdicas:

EM234L01
EM234L02
EM234L03

ANIMACIÓN DE MUESTRA



MODELO MATEMÁTICO

A=135
B=640
C=74
D=500
E=0
F=400
G=210
H=570
I=220
J=500
K=10000
L=125
M=210
N=440
O=220
P=340
S=210
T=280
U=220
V=180
C1=220
D1=120
E1=215
F1=50
x
y
a=x
b=y
a1=900
b1=450
x1
y1
c=x1
d=y1

```
c1=810
d1=345
x2
y2
f=x2
g=y2
f1=830
g1=230
x3
y3
h=x3
i=y3
h1=883
i1=120
if(x>-520)and(x<-460)then(y>5)and(y<65)then(a=2000)and(K=100)and(stop(t))
if(x>-522)and(x<-462)then(y>-153)and(y<-93)then(c=2000)and(K=100)
    and(stop(t))
if(x>-520)and(x<-460)then(y>-315)and(y<-254)then(f=2000)and(K=100)
    and(stop(t))
if(x1>-336)and(x1<-276)then(y1>-47)and(y1<13)then(c=2000)and(K=100)
    and(stop(t))
if(x1>-332)and(x1<-272)then(y1>-210)and(y1<-150)then(f=2000)and(K=100)
    and(stop(t))
if(x1>-332)and(x1<-272)then(y1>-330)and(y1<-277)then(h=2000)and(K=100)
    and(stop(t))
if(x2>-375)and(x2<-315)then(y2>225)and(y2<285)then(a=2000)and(K=100)
    and(stop(t))
if(x2>-375)and(x2<-315)then(y2>-96)and(y2<-36)then(f=2000)and(K=100)
    and(stop(t))
if(x2>-376)and(x2<-316)then(y2>-225)and(y2<-165)then(h=2000)and(K=100)
    and(stop(t))
if(x3>-481)and(x3<-421)then(y3>336)and(y3<396)then(a=2000)and(K=100)
    and(dtop(t))
if(x3>-485)and(x3<-425)then(y3>177)and(y3<237)then(c=2000)and(K=100)
    and(stop(t))
if(x3>-482)and(x3<-422)then(y3>-114)and(y3<-54)then(h=2000)and(K=100)
    and(stop(t))
```

2.3.5 FUERZA ELECTROMOTRIZ. CIRCUITO SIMPLE EN C. D.

Se llama fuerza electromotriz o electromotancia al trabajo por unidad de carga que realiza una fuente de fem en su interior para trasladar la carga positiva desde el punto de menor potencial eléctrico hasta el punto de mayor potencial, esto es:

$$\boxed{\varepsilon = \frac{W_{-+}}{q} = \int \vec{E}_{\varepsilon} \cdot d\vec{l}} \qquad (2.3.5.1)$$

y aunque es una cantidad escalar, tiene un sentido de acción en su interior: de (–) a (+). La fuerza electromotriz se expresa en voltios, *V*.

Las fuentes de fem de todo tipo aprovechan y convierten alguna forma de energía (química, mecánica, luminosa, nuclear, térmica,...) en energía potencial eléctrica; por ello son los dispositivos llamados a iniciar y mantener una corriente dentro de un circuito.

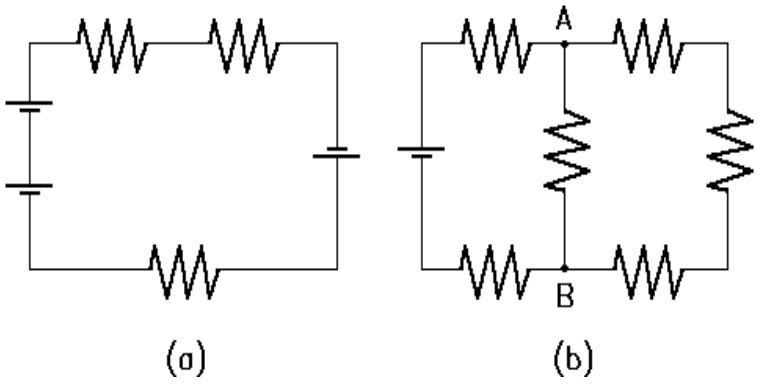


Figura 2.3.5.1

Un circuito eléctrico es un conjunto de "caminos" formados por elementos eléctricos (resistores, capacitores, inductores, diodos, transistores,...) y conductores para el flujo de una o varias corrientes eléctricas inyectadas por una o varias fuentes de fem. Si el circuito es tal que sólo circula una corriente, o varias reducibles a una, dicho circuito es simple, figuras 2.3.5.1 (a) y (b). En caso contrario es un circuito complejo, como veremos más adelante.

Igualando las ecuaciones (2.3.1.7) y (2.3.1.8) para el campo $\vec{E}_{\varepsilon}$ generado en un punto del circuito por las fuentes de fem tenemos:

$$\sigma \vec{E}_{\varepsilon} = \frac{I}{S}\vec{u}$$

de donde:

$$\vec{E}_{\varepsilon} = \frac{I}{\sigma S}\vec{u}$$

o:

$$\vec{E}_{\varepsilon} \cdot d\vec{l} = \frac{I\, d\vec{l} \cdot \vec{u}}{\sigma S} = \frac{I\, dl}{\sigma S}$$

Al cubrir o recorrer todo el circuito tenemos:

$$\oint \vec{E}_{\varepsilon} \cdot d\vec{l} = I \oint \frac{dl}{\sigma S}$$

pero la integral $\oint \vec{E}_{\varepsilon} \cdot d\vec{l} = \varepsilon_T = \Sigma \varepsilon_i$ representa la electromotancia total del circuito; asimismo la integral $\oint \frac{dl}{\sigma S} = R_T = \sum R_i$ representa la resistencia total del mismo, entonces:

$$\boxed{\sum \varepsilon_i = I \sum R_i} \qquad (2.3.5.2)$$

de donde:

$$\boxed{I = \frac{\sum \varepsilon_i}{\sum R_i}} \qquad (2.3.5.3)$$

que es la ecuación de un circuito simple en corriente directa (o continua).

La ecuación de un circuito simple expresada en la forma de la ecuación (2.3.5.2) se conoce como la ley de los voltajes de Kirchhoff y es válida también para las mallas o polígonos de los circuitos complejos; puede expresarse en la forma: "la suma algebraica de las fuerzas electromotrices en un circuito es igual a la suma de caídas de voltaje en el mismo".

Observe que el potencial eléctrico V es el negativo de la integral de línea del campo electrostático $\vec{E}$, mientras que la electromotancia e ε es igual a la integral de línea del campo $\vec{E}_{\varepsilon}$ generado por las fuentes de fem, es decir:

$$\boxed{V_{ba} = V_b - V_a = -\int_a^b \vec{E} \cdot d\vec{l}} \qquad (2.3.5.4)$$

y:

$$\boxed{\varepsilon = \int_a^b \vec{E}_{\varepsilon} \cdot d\vec{l}} \qquad (2.3.5.5)$$

El recorrido para la integración de la ecuación (2.3.5.4) es independiente de la trayectoria, en tanto que para la ecuación (2.3.5.5) no lo es ya que $\oint \vec{E} \cdot d\vec{l} = 0$ y $\oint \vec{E} \cdot d\vec{l} = \varepsilon_T$.

Las corrientes estacionarias fluyen en circuitos cerrados, de modo que son continuas, esto es, "solenoidales". Esto quiere decir que no hay fuentes ni sumideros, de tal manera que la corriente que sale de un volumen cualquiera debe ser igual a la que entra; por lo tanto, la integral cerrada de superficie de la componente normal de $\vec{J}$ debe ser cero:

$$\boxed{\oint \vec{J} \cdot d\vec{S} = 0} \qquad (2.3.5.6)$$

es decir:

$$\boxed{\sum I_i = 0} \qquad (2.3.5.7)$$

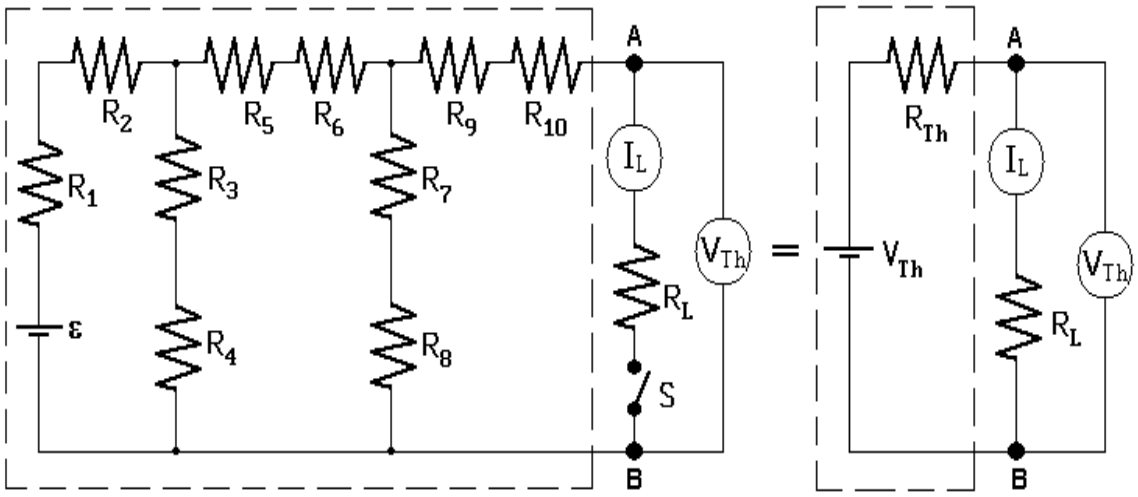
ecuación conocida como la "ley de las corrientes de Kirchhoff".

La expresión anterior es especialmente aplicable al caso de los "nudos" o puntos de unión de tres o más ramales de un circuito, como los puntos A y B del circuito de la figura 2.3.5.1(b). En palabras, la ecuación (2.3.5.7) es: "la suma algebraica de las corrientes en un nudo es cero".

En la práctica de la electricidad y de la electrónica son útiles los dos siguientes teoremas:

a) Teorema de Thévenin:

El teorema de Thévenin expresa que cualquier circuito, sin importar cuán complejo sea, que aparezca entre dos terminales (común de la fem y positivo del amperímetro), se puede reemplazar por un circuito en serie equivalente formado por un voltaje V_{Th} de Thévenin y una resistencia R_{Th} de Thévenin conectado entre las dos mismas terminales como se ve en la figura 2.3.5.2. Dichos parámetros son:



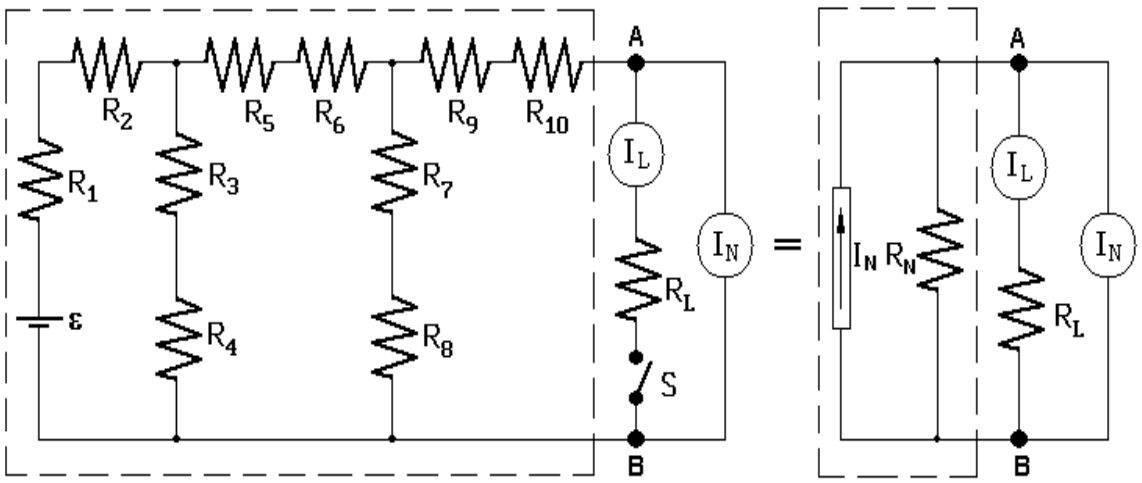
F i g u r a 2 . 3 . 5 . 2

1) El voltaje V_{Th} equivalente de Thévenin es el voltaje que se observa o mide entre las dos terminales A y B del circuito original sin la resistencia R_L de carga (S abierto).

2) La resistencia equivalente R_{Th} de Thévenin es la que se observa o mide entre las mismas dos terminales A y B del circuito original sin la fuente interna de voltaje, y con sus terminales puenteados (en corto).

b) Teorema de Norton:

El teorema de Norton es muy semejante al de Thévenin y expresa que cualquier circuito que aparezca entre dos terminales (común de la fem y positivo del amperímetro) puede sustituirse por un circuito en paralelo equivalente formado por una intensidad I_N de Norton y una resistencia R_N de Norton conectada entre las mismas dos terminales como se ve en la figura 2.3.5.3. Dichos parámetros son:



F i g u r a 2 . 3 . 5 . 3

1) La corriente equivalente I_N de Norton es la que fluiría a través de un amperímetro conectado entre las dos terminales A y B del circuito original, sin la resistencia de carga (S abierto).

2) La resistencia equivalente R_N de Norton es la que se observa o mide entre las dos terminales A y B del circuito original sin la fuente interna de voltaje, y con sus terminales puenteados (en corto).

Las relaciones importantes entre estos dos teoremas son:

$$\boxed{R_N = R_{Th}} \qquad (2.3.5.8)$$

$$\boxed{I_N = \frac{V_{Th}}{R_{Th}}} \qquad (2.3.5.9)$$

Las ecuaciones (2.3.5.8) y (2.3.5.9) muestran la manera de cambiar un equivalente de Thévenin a uno de Norton y viceversa.

LISTADO DE ANIMACIONES

a) Conceptuales:

EM235C01
EM235C02
EM235C03
EM235C04
EM235C05
EM235C06
EM235C07

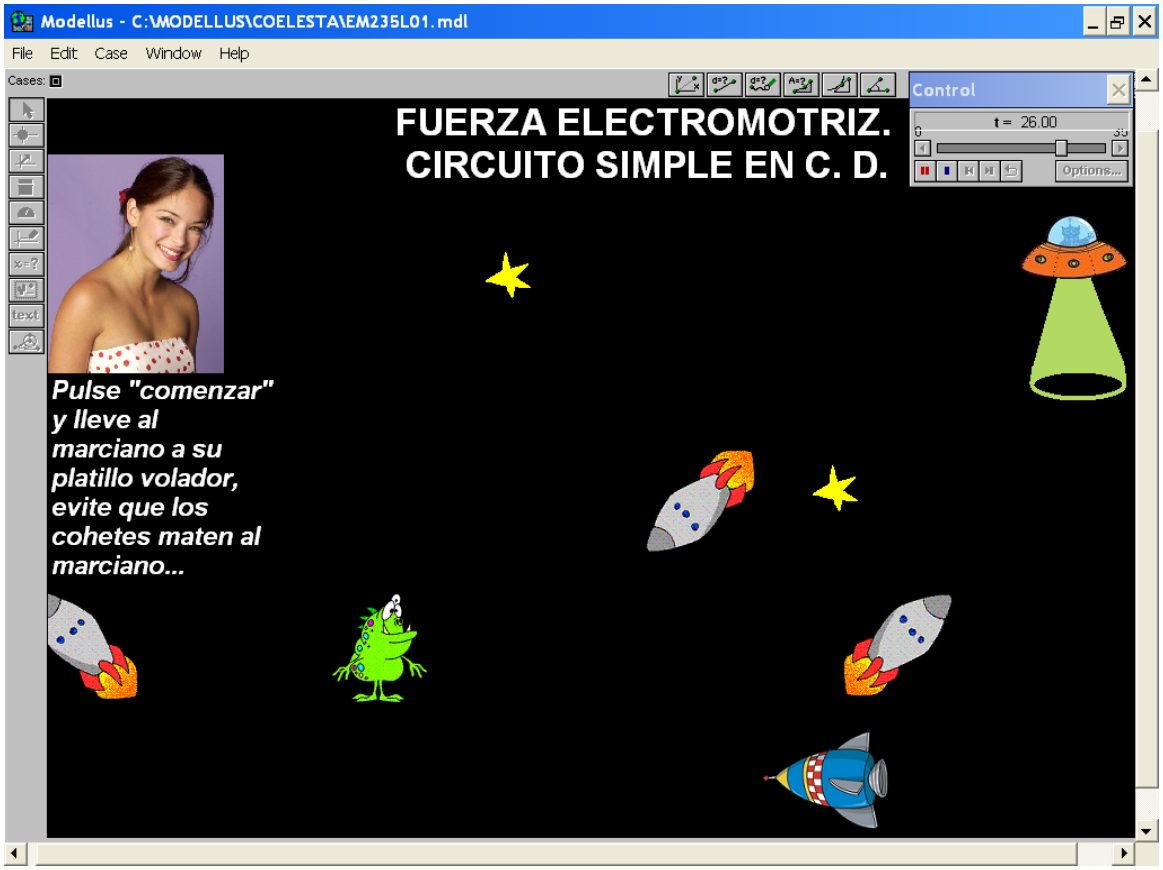
b) Ejercitativas:

EM235E01
EM235E02
EM235E03

c) Lúdica:

EM235L01
EM235L02

ANIMACIÓN DE MUESTRA



MODELO MATEMÁTICO

A=300
B=645
C=70
D=500
E=-5
F=400
x
y
G=x
H=y
G1=35
H1=40
I=400
J=490
K=625-23*t
L=-100+10*t
M=1350-30*t
N=1200-35*t
O=95+25*t
P=-750+35*t
Q=12.65*2.5*t
R=950-50*t
S=245
T=715-62*t
U=800
V=-115+62*t
A1=-2700+93*t
B1=150
C1=3100-93*t
D1=40
E1=690
F1=300
G2=900
H2=450

```
I2=2000
J2=2000
K2=2000
L2=2000
M2=2000
N2=2000
Q2=4000
R2=1000
If(t>18)then(G2=540)and(H2=470)
If(x>K-91-G1)and(x>K+91-G1)and(y>L-97-H1)and(y<L+97-H1)then(G1=2000)
    and(H1=2000)and(K=2000)and(L=2000)and(I2=X+35)and(J2=Y+40)
    and(stop(t))
if(x>M-91-G1)and(x<M+91-G1)and(y>N-97-H1)and(Y<N+97-H1)then(G1=2000)
    and(H1=2000)and(M=2000)and(N=2000)and(I2=x+35)and(J2=y+40)
    and(stop(t))
if(x>O-91-G1)and(x<O+91-G1)and(y>P-97-H1)and(y<P+97-H1)then(G1=2000)
    and(H1=2000)and(O=2000)and(P=2000)and(I2=x+35)and(J2=y+40)
    and(stop(t))
if(x>Q-91-G1)and(x<Q+91-G1)and(y>R-97-H1)and(y<R+97-H1)then(G1=2000)
    and(H1=2000)and(Q=2000)and(R=2000)and(I2=x+35)and(J2=y+40)
    and(stop(t))
if(x>S-81-G1)and(x<S+81-G1)and(y>T-117-H1)and(y<T+117-H1)then(G1=2000)
    and(H1=2000)and(S=2000)and(T=2000)and(I2=x+35)and(J2=y+40)
    and(stop(t))
if(x>U-81-G1)and(x<U+81-G1)and(y>V-117-H1)and(y<V+117-H1)then(G1=2000)
    and(H1=2000)and(U=2000)and(V=2000)and(I2=X+35)and(J2=y+40)
    and(stop(t))
if(x>A1-99-G1)and(x<A1+99-G1)and(y>B1-92-H1)and(y<B1+92-H1)
    then(G1=2000)and(H1=2000)and(A1=2000)and(B1=2000)and(I2=x+35)
    and(J2=y+40)and(stop(t))
if(x>C1-99-G1)and(x<C1+99-G1)and(y>D1-92-H1)and(y<D1+92-H1)
    then(G1=2000)and(H1=2000)and(C1=2000)and(D1=2000)and(I2=x+35)
    and(J2=y+40)and(stop(t))
if(x>G2-99-G1)and(x<G2+99-G1)and(y>H2-141-H1)and(y<H2+141-H1)
    and(y<H2+141-H1)then(G1=2000)and(H1=2000)and(G2=2000)and(H2=2000)
    and(K2=410+80*sin(6+0.9*t))and(L2=260+100*sin(1+0.6*t))and(M2=860)
    and(N2=330)and(K=2000)and(M=2000)and(O=2000)and(Q=2000)
    and(S=2000)and(U=2000)and(A1=2000)and(C1=20000)and(Q2=650)
    and(R2=150)
```

2.3.6 CIRCUITOS COMPLEJOS. VOLTAJE ENTRE DOS PUNTOS

Los circuitos complejos o "redes de resistores con varias fuentes de fem" son aquellos que involucran varias intensidades no reducibles a una. Los preconceptos necesarios son los siguientes:

a) NUDOS: puntos de los cuales salen tres o más ramales.

b) RAMALES: porciones de circuito que nacen en un nudo y mueren en otro.

c) MALLAS: caminos cerrados simples, esto es, sin ramales internos.

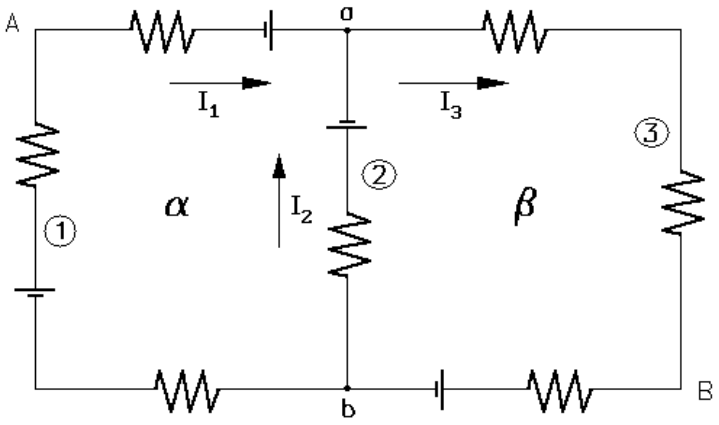


Figura 2.3.6.1

Todo ramal conlleva su propia intensidad, de modo que en un circuito de éstos hay tantas intensidades independientes cuantos ramales existen. En la figura 2.3.6.1 son nudos los puntos a y b; son ramales las porciones 1, 2 y 3, que conllevan las corrientes I_1, I_2 e I_3; son mallas los circuitos simples α y β.

La resolución de circuitos complejos implica la determinación de las intensidades de sus ramales, suponiendo conocidos los elementos eléctricos que integran el circuito, esto es, resistores y fuentes de fem. Esto exige la determinación de *n* ecuaciones linealmente independientes las cuales se obtienen de la aplicación de las leyes de voltajes y de corrientes de Kirchhoff en la forma siguiente:

a) LEY DE LOS NUDOS O DE LAS CORRIENTES: "la suma algebraica de las intensidades en un nudo es cero", esto es:

$$\boxed{\Sigma I_i = 0} \qquad (2.3.6.1)$$

la cual se aplica con las dos siguientes recomendaciones: 1) Las I_i que entran o llegan a un nudo son positivas, las que salen son negativas; 2) si hay *n* nudos, se aplicará lo anterior a *n – 1* de ellos.

b) LEY DE LAS MALLAS O DE LOS VOLTAJES: "la suma algebraica de las caídas de voltaje en una malla es igual a la suma algebraica de las electromotancias de la misma", esto es:

$$\boxed{\Sigma R_i I_i = \Sigma \varepsilon_i} \qquad (2.3.6.2)$$

la cual se aplica con las dos siguientes recomendaciones: 1) las I_i y las ε_i horarias son positivas, las antihorarias son negativas; 2) si hay *n* mallas, se aplicará lo anterior a todas ellas.

Para resolver un circuito complejo se empezará identificando a las incógnitas I_i en cada ramal, asignando arbitrariamente los sentidos a las mismas; al final, si una o varias de ellas resultaren negativas, simplemente sus sentidos son los opuestos a los asignados, pero los valores absolutos son correctos.

Una aplicación adicional de la ley de voltajes de Kirchhoff se da en la determinación del voltaje entre dos puntos cualesquiera de un circuito simple o complejo, por ejemplo B y A de la figura 2.3.6.1; en efecto, a partir de la ecuación (2.3.6.2) se obtiene:

$$\Sigma R_i I_i - \Sigma \varepsilon_i = 0$$

para una malla completa, pero para la porción abierta comprendida entre B y A se tiene:

$$\boxed{V_{BA} = \Sigma R_i I_i - \Sigma \varepsilon_i} \qquad (2.3.6.3)$$

la cual se aplica con las dos siguientes recomendaciones: 1) se recorre desde el punto general B hasta el de referencia A; 2) las I_i y las ε_i que tienen el sentido del recorrido son positivas, las de sentido contrario son negativas.

LISTADO DE ANIMACIONES

a) Conceptuales:

EM236C01
EM236C02
EM236C03

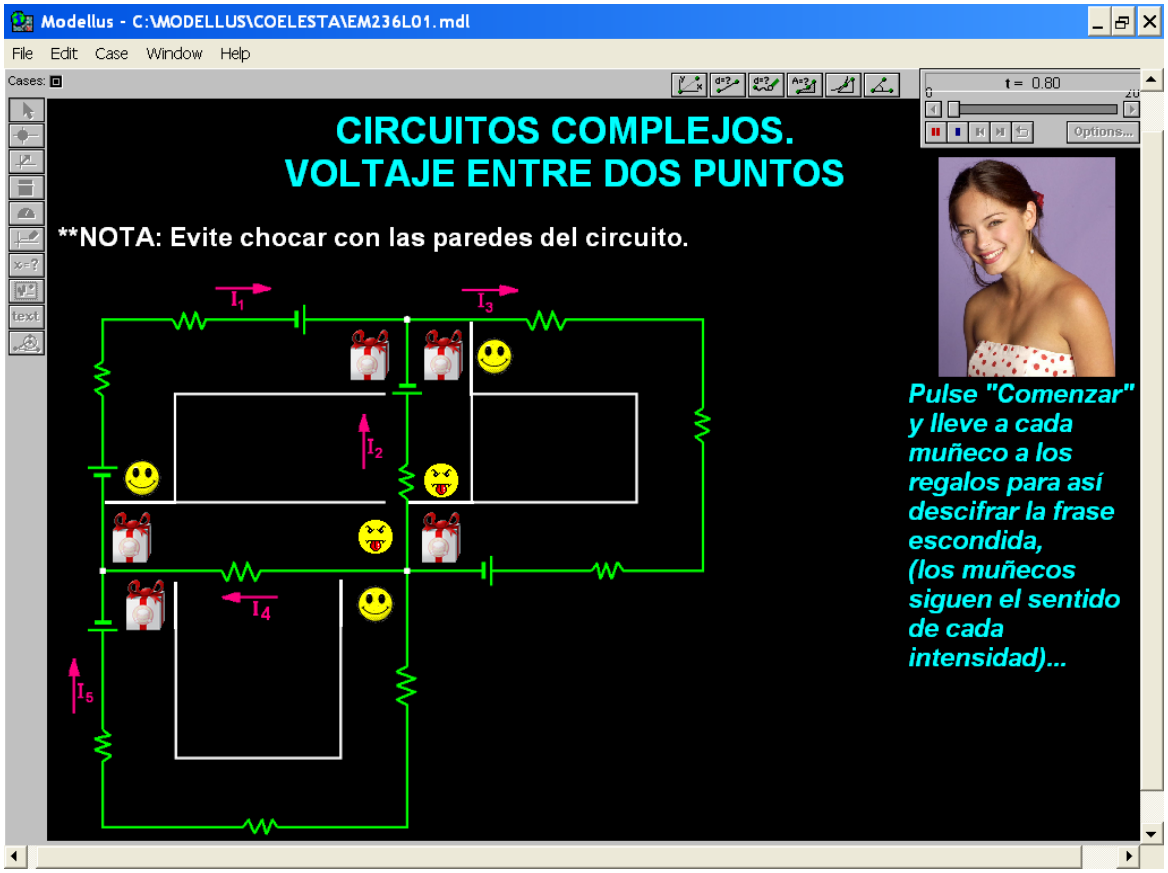
b) Ejercitativas:

EM236E01
EM236E02

c) Lúdica:

EM236L01
EM236L02

ANIMACIÓN DE MUESTRA



MODELO MATEMÁTICO

A=200
B=640
C=855
D=500
E=750
F=400
G=0
H=540
x
y
I=x
J=y
I1=74
J1=312
I2=275
J2=422
I3=275
J3=4220
I4=3300
J4=175
I5=2000
J5=2000
x1
y1
K=x1
L=y1
K1=338
L1=310
K2=340
L2=422
K3=340
L3=4170
K4=4170
L4=175

K5=2000
L5=2000
x2
y2
M=x2
N=y2
M1=385
N1=420
M2=338
N2=260
M3=338
N3=2600
M4=5680
N4=175
M5=2000
N5=2000
x3
y3
O=x3
P=y3
O1=280
P1=260
O2=65
P2=260
O3=68
P3=2580
O4=3500
P4=120
O5=2000
P5=2000
x5
y5
S=x5
T=y5
S1=280
T1=200
Q2=77
R2=200
Q3=68

R3=2000
Q4=3500
R4=70
Q5=2000
R5=2000
if(x<-15)then(I2=2000)and(I5=x+74)and(J5=y+312)and(stop(t))
if(x>10)and(y<92)then(I1=2000)and(I5=x+74)and(J5=y+312)and(stop(t))
if(y>118)then(I1=2000)and(I5=x+74)and(J5=y+312)and(stop(t))
if(x>190)and(x<210)and(y>95)and(y<115)then(I1=2000)and(I2=2000)and(J3=422)
and(I4=330)
if(x1<-12)then(K1=2000)and(K5=x1+338)and(L5=y1+310)and(stop(t))
if(x1>9)then(K1=2000)and(K5=x1+338)and(L5=y1+310)and(stop(t))
if(y1<-4)then(K1=2000)and(K5=x1+338)and(L5=y1+310)and(stop(t))
if(x1>-10)and(x1<10)and(y1>95)and(y1<115)then(K1=2000)and(K2=2000)
and(L3=417)and(K4=425)
if(y2>12)then(M1=2000)and(M5=x2+385)and(N5=y2+420)and(stop(t))
if(x2<147)and(y2<-17)and(y2>-150)then(M1=2000)and(N1=2000)and(M5=x2+385)
and(N5=y2+420)and(stop(t))
if(x2<-3)and(y2>-150)then(M1=2000)and(N1=2000)and(M5=x2+385)
and(N5=y2+420)and(stop(t))
if(x2>164)then(M1=2000)and(N1=2000)and(M5=x2+385)and(N5=y2+420)
and(stop(t))
if(y2<-174)then(M1=2000)and(N1=2000)and(M5=x2+385)and(N5=y2+420)
and(stop(t))
if(x2>-55)and(x2<-35)and(y2>-175)and(y2<-155)then(M1=2000)and(M2=2000)
and(N3=260)and(M4=568)
if(x3>10)then(O1=2000)and(O5=x3+280)and(P5=y3+260)and(stop(t))
if(y3>13)then(O1=2000)and(O5=x3+280)and(P5=y3+260)and(stop(t))
if(y3<-14)then(O1=2000)and(O5=x3+280)and(P5=y3+260)and(stop(t))
if(x3>-255)and(x3<-205)and(y3>-13)and(y3<7)then(O1=2000)and(O2=2000)
and(P3=258)and(O4=350)
if(y5>11)then(S1=2000)and(T1=2000)and(Q5=X5+280)and(R5=y5+200)
and(stop(t))
if(y5>11)then(S1=2000)and(T1=2000)and(Q5=x5+280)and(R5=y5+200)
and(stop(t))
if(x5>9)then(S1=2000)and(T1=2000)and(Q5=x5+280)and(R5=y5+200)
and(stop(t))
if(x5<-10)and(x5>-200)and(y5>-156)then(S1=2000)and(T1=2000)and(Q5=x5+280)
and(R5=y5+200)and(stop(t))

if(y5<-180)then(S1=2000)and(T1=2000)and(Q5=x5+280)and(R5=y5+200)
and(stop(t))
if(x5<-221)then(S1=2000)and(T1=2000)and(Q5=x5+280)and(R5=y5+200)
and(stop(t))
if(x5>-215)and(x5<-195)and(y5>-16)and(y5<4)then(S1=2000)and(Q2=2000)
and(R3=200)and(Q4=350)

2.3.7 DIVERGENCIA DE *J*. RELACIONES DE FRONTERA

Consideremos la ecuación (2.3.1.9) la cual define la intensidad de corriente a través de una superficie abierta S en función de $\vec{J}$:

$$\int \vec{J} \cdot d\vec{S} = I$$

Ahora bien, si la superficie es cerrada, para que salga una corriente neta debe haber una disminución de carga positiva en el interior, esto es:

$$\oint \vec{J} \cdot d\vec{S} = I = -\frac{dQ}{dt} = -\frac{\partial}{\partial t} \int \rho \, dv$$

Dividiendo la igualdad anterior para Δv tenemos:

$$\frac{\oint \vec{J} \cdot d\vec{S}}{\Delta v} = -\frac{\partial}{\partial t} \frac{\int \rho \, dv}{\Delta v}$$

y tomando el límite cuando $\Delta v \to 0$:

$$\lim_{\Delta v \to 0} \frac{\oint \vec{J} \cdot d\vec{S}}{\Delta v} = -\frac{\partial}{\partial t} \lim_{\Delta v \to 0} \frac{\int \rho \, dv}{\Delta v}$$

El miembro izquierdo, por definición, es la divergencia de $\vec{J}$, en tanto que el de la derecha es simplemente $-\partial\rho/\partial t$, entonces:

$$\boxed{div \, \vec{J} = -\frac{\partial \rho}{\partial t}} \qquad (2.3.7.1)$$

expresión conocida como "ecuación de continuidad de la corriente", en donde ρ es la densidad neta de carga en la región. En particular, si $\rho = constante$, $\partial\rho/\partial t = 0$ y la ecuación anterior se convierte en:

$$\boxed{div \, \vec{J} = 0} \qquad (2.3.7.2)$$

que es la expresión diferencial de la ley de corrientes de Kirchhoff y cuya expresión integral fue dada por la ecuación (2.3.5.6). Dentro de un circuito eléctrico es válida la ecuación (2.3.7.2) en todo punto; sin embargo durante el encendido, que dura fracciones de segundo, es válida la ecuación (2.3.7.1); veamos esta situación:

$$div\,\vec{J} = -\frac{\partial \rho}{\partial t}$$

Pero:

$$div\,\sigma\vec{E} = \sigma\, div\,\vec{E} = \sigma\; div\,\frac{\vec{D}}{\varepsilon} = \frac{\sigma}{\varepsilon} div\,\vec{D} = \frac{\sigma}{\varepsilon}\rho$$

luego:

$$\frac{\sigma}{\varepsilon}\rho = -\frac{\partial \rho}{\partial t}$$

es decir:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\sigma}{\varepsilon}\rho = 0 \qquad \text{(a)}$$

cuya solución es:

$$\rho = \rho_0\, e^{-\frac{\sigma}{\varepsilon}t} \qquad \text{(b)}$$

La solución (b) muestra el rápido decrecimiento exponencial que sufre ρ en la región. El tiempo $t_r = \varepsilon/\sigma$, tal que $\rho = 0{,}368\ \rho_0$, se denomina "tiempo de relajación". Para propósitos prácticos, ρ cae a cero en un tiempo igual a cinco veces el tiempo de relajación, $t \cong 5t_r = 5\varepsilon/\sigma$. Para el caso del cobre, $t\,(0) = 5\ .\ 8{,}85E\text{-}12/5{,}7E7 = 7{,}76E\text{-}19$ s, de modo que $\rho \neq 0$ durante un tiempo realmente corto.

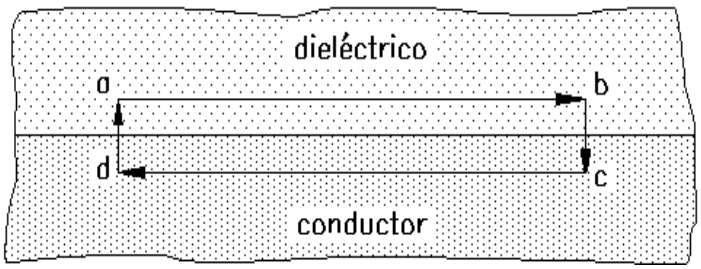


Figura 2.3.7.1

Consideremos ahora lo que ocurre en la interfase conductor-dieléctrico. Bajo condiciones estáticas, toda la carga neta estará en las superficies externas del conductor, de modo que $\vec{D}$ y $\vec{E}$ serán nulos dentro del mismo y puesto que el campo eléctrico es conservativo, la integral cerrada de línea para cualquier trayectoria será cero. Si tomamos por ejemplo la trayectoria rectangular abcda de la figura 2.3.7.1 tenemos:

$$\int_a^b \vec{E}\cdot d\vec{l} + \int_b^c \vec{E}\cdot d\vec{l} + \int_c^d \vec{E}\cdot d\vec{l} + \int_d^a \vec{E}\cdot d\vec{l} = 0$$

Haciendo que los lados da y bc tiendan a cero se anulan la segunda y cuarta integrales. La tercera integral es también cero, pues $\vec{E}$ dentro del conductor es cero, entonces:

$$\int_a^b \vec{E}\cdot d\vec{l} = \int E_t\, dl = 0$$

en donde E_t es la componente tangencial de $\vec{E}$ en la interfase. Por lo tanto:

$$\boxed{E_t = D_t = 0} \qquad (2.3.7.3)$$

Para averiguar lo que ocurre con la componente normal utilizamos la ley de Gauss empleando como superficie cerrada la de un cilindro circular recto, figura 2.3.7.2 y recordando que:

$$\oint \vec{D}\cdot d\vec{S} = Q_{enc}$$

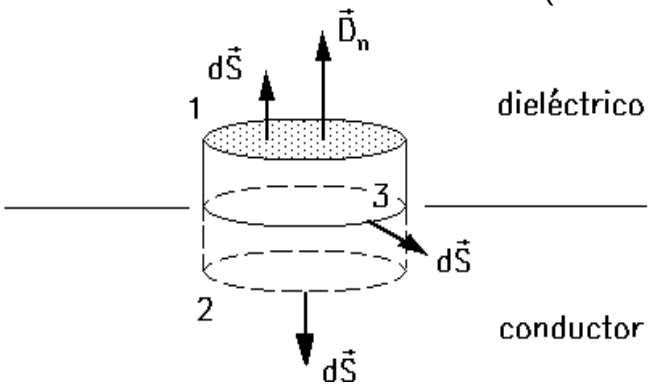


Figura 2.3.7.2

$$\int_1 \vec{D}\cdot d\vec{S} + \int_2 \vec{D}\cdot d\vec{S} + \int_3 \vec{D}\cdot d\vec{S} = Q_{enc} = \oint \sigma\, dS$$

La segunda integral es cero pues $\vec{D} = 0$ dentro del conductor; también es nula la tercera integral pues la componente D_n es perpendicular a *dS*, luego:

$$\int_1 \vec{D}\cdot d\vec{S} = \int D_n dS = \int \sigma\, dS$$

de donde:

$$\boxed{D_n = \sigma \;;\; E_n = \frac{\sigma}{\varepsilon}} \qquad (2.3.7.4)$$

Resumiendo:

El campo eléctrico situado justo afuera de un conductor es cero, salvo si el conductor retiene una densidad superficial de carga, σ, lo cual no implica que necesariamente el conductor debe retener una carga neta.

LISTADO DE ANIMACIONES

a) Conceptuales:

EM237C01
EM237C02
EM237C03
EM237C04

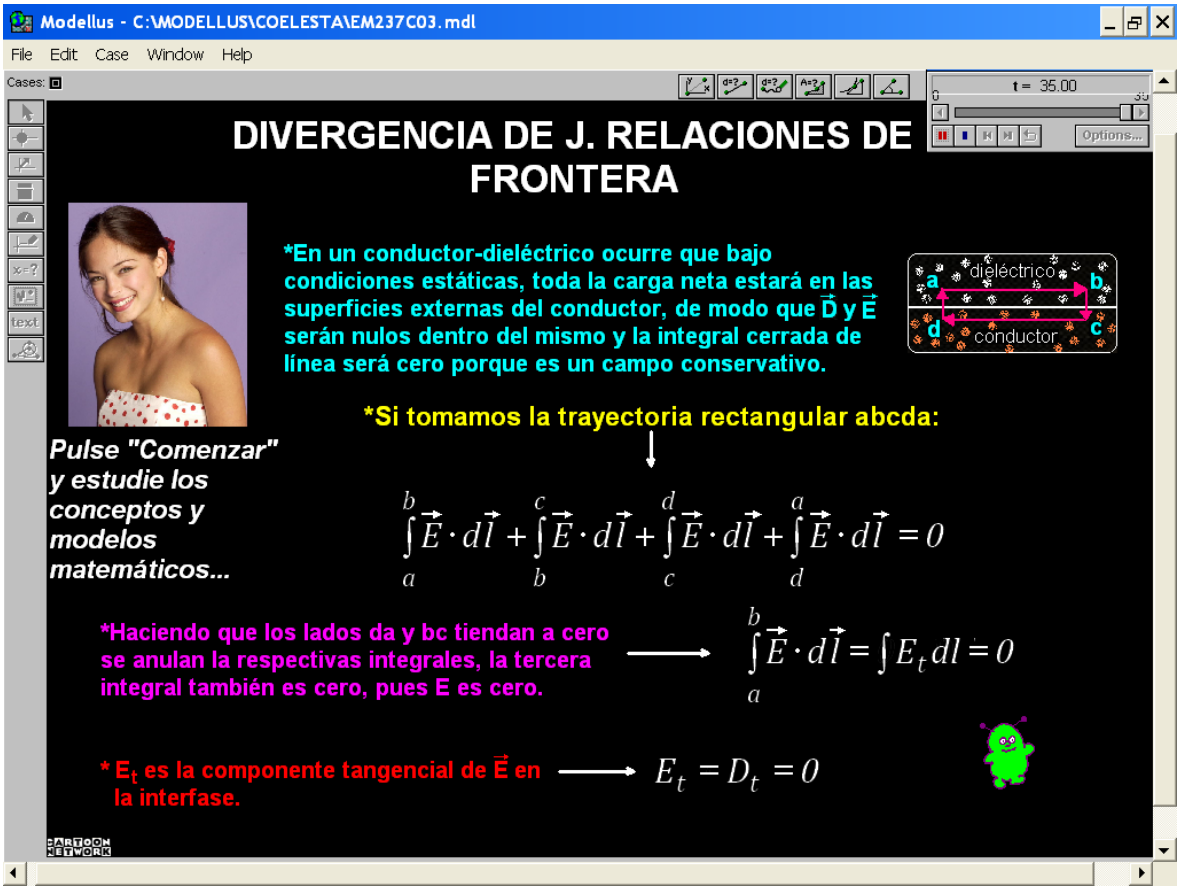
b) Ejercitativas:

EM237E01
EM237E02

c) Lúdica:

EM237L01
EM237L02

ANIMACIÓN DE MUESTRA



MODELO MATEMÁTICO

A=135
B=640
C=70
D=465
E=-25
F=360
G=180
H=530
G1=655
H1=472
G2=691
H2=472
I=815
J=475
K=250
L=390
M=500
N=363
M1=-30
O=520
P=270
Q=20
R=200
S=480
T=170
S1=70
U=700
V=170
a=20
b=80
a1=43
b1=66
a2=369
b2=72
c=420

d=67
c1=65
f=575
g=65
h=830
i=75
if(t<1)then(G=2000)and(G1=2000)and(G2=2000)
if(t<3)then(I=2000)
if(t<10)then(K=2000)
if(t<12)then(M=2000)
if(t<13)then(O=2000)
if(t<18)then(Q=2000)
if(t<22)then(S=2000)
if(t<23)then(U=2000)
if(t<26)then(a=2000)and(a1=2000)and(a2=2000)
if(t<28)then(c=2000)
if(t<29)then(f=2000)

CONCLUSIONES

- Los metodos de enseñanza deben adapatarse a las nuevas exigencias tecnológicas y Modellus es presisamente un programa informático acorde a los requerimientos actuales.

- El programa Modellus es un programa informático que facilita el aprendizaje del Electromagnetismo, en este caso la Corriente Eléctrica Estacionaria.

- El estudio de Electromagnetismo con modellus se complementa con las "Técnicas Docentes" logrando un excelente método de aprendizaje para los alumnos.

- Al desarrollar y utilizar el programa Modellus se crean destrezas y sobre todo se despierta la atención del usuario.

- El uso de este tipo de software hace que la comunicación entre profesor-alumno se vea incrementada debido a que se establece un asesoramiento más cercano y continuo.

- Con la ayuda de Modellus se pueden crear infinidad de animaciones para usar como soporte del aprendizaje,no solo en la parte conceptual, sino mas aún en la parte ejercitativa y lúdica.

- Las animaciones de Modellus posibilitan el desarrollo de la creatividad, el pensamiento, la inteligencia y el razonamiento.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda que el estudiante o usuario tenga un conocimiento básico acerca del manejo de Modellus antes de usar este software.

- Es muy importante y necesario que el maestro que guie este proyecto tenga amplio conocimiento del programa para poder asesorar a sus alumnos.

- Si se modifican las animaciones presentes es aconsejable que las modificadas se las guarde con otro nombre para no perder la información de la fuente.

- Es aconsejable leer detenidamente las indicaciones de cada animación previa a la reproducción de la misma, para lograr el óptimo aprendizaje

- Es muy importante que el estudiante revise las animaciones en el siguiente orden : primero conceptuales, seguidas de ejercitativas y finalmente por las lúdicas, al seguir este algoritmo, el usuario podrá tener un aprendizaje significativo.

- Es recomendable que la nomenclatura de animaciones e imágenes sea ordenada y que tengan cada una un código propio.

BIBLIOGRAFÍA

- AVECILLAS JARA, Alberto Santiago, Electromagnetismo, Colección de obras científico – didácticas, Cuenca-Ecuador.
- FÍSICA,Jorge Boas Carrión.
- AVECILLAS JARA, Alberto Santiago, Física III, Colección de obras científico – didácticas, Cuenca-Ecuador.

DIRECCIONES EN INTERNET

- http://www.oadl.dip-caceres.org/vprofe/virtualprofe/cursos/c103/tecnicas1.htm
- http://www.slideshare.net/fryoli/metodos-y-tcnicas-docentes
- http://www.juegos.com/juegos/unir-puntos/unir-puntos.html
- http://www.psychotech.qc.ca/logiciels/reconocimiento_formas.htm
- http://es.wikipedia.org/wiki/Corriente_el%C3%A9ctrica
- http://es.wikiversity.org/wiki/Ley_de_Ohm
- http://campus.usal.es/~electricidad/Principal/Circuitos/Diccionario/Diccionario.php?b=id:54