



<http://www.virtualeduca.org>

Palacio Euskalduna, Bilbao 20-23 de junio, 2006

## **CURSO MULTIMEDIA DE ELECTRÓNICA**

Perez S. J. L., Gamboa R. F., Cabiedes C. F., Garces M. A.

Laboratorio de Interacción Humano Máquina y Multimedia.  
Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico. UNAM  
Apto Post. 70-186. Del. Coyoacan México D.F.  
Pepito @aleph.cinstrum.unam.mx

### **RESUMEN**

En este trabajo se presenta un curso multimedia de electrónica analógica que cubre desde los niveles básicos, hasta el posgrado de Ingeniería en electrónica. Los elementos con los cuales cuenta el programa son dos cursos completos de los niveles correspondiente a la licenciatura que son: el nivel para los estudiantes de primer acercamiento con la disciplina y el segundo para los niveles mas avanzados de la carrera, y un curso de alto nivel para los estudiantes de la maestría en Ingeniería Eléctrica con especialidad de electrónica.

El primer curso está montado en una plataforma construida con la filosofía de la ayuda de Windows, y los otros dos niveles están montados en la plataforma de adobe en PDF. Entre los elementos que se incorporan en el curso se cuenta con notas aclaratorias a los temas, elementos históricos de la electrónica, temas matemáticos de ayuda al estudiante, temas de revisión de electricidad y circuitos eléctricos, oscilogramas y mediciones sobre los diagramas esquemáticos, etc.

Este curso en sus tres partes ha sido probado en la Facultad de Ingeniería de la UNAM, durante ya seis años en los cuales se ha mejorado en función de la experiencia del uso por los estudiantes.

De esta experiencia se han derivado dos tesis de maestría que consisten en cursos de microprocesadores y microcontroladores.

### **INTRODUCCION**

A lo largo de 35 años de enseñanza de electrónica en la Facultad de Ingeniería de la UNAM, hemos observado gran cantidad de problemas en los estudiantes para poder hacer suyos los conceptos, además de simplemente operar los circuitos electrónicos. Esto es muy claro cuando a preguntas del tipo ¿Por qué?, las repuestas son simples descripciones del como opera sin dar nunca causa alguna del funcionamiento. En concreto, la física del problema nunca está presente en los estudiantes, por más que puedan armar circuitos electrónicos, que sean funcionales.



<http://www.virtualeduca.org>

**Palacio Euskalduna, Bilbao 20-23 de junio, 2006**

A mi que me importa de donde salen los parámetros híbridos del transistor, estos ya están dados en las hojas de datos. Esta es una de las formas típicas de respuesta de los estudiantes a cuestionamientos realizados en exploración clínica. Es claro que ante este tipo de respuestas el estudiante, aunque los opere, no tiene una clara idea de que son y por qué son esos parámetros híbridos. Parece que electrónica es poder ajustar circuitos básicos por simple empirismo.

Otro de los problemas detectados es que contestan a la pregunta acerca de la electrónica analógica con respuestas como: Para qué si yo voy a ser digitalero. Donde el significado de digitalero en México corresponde a simple programación de microprocesadores de cualquier tipo. Es claro de esta respuesta que los estudiantes no han logrado percibir el hecho de que todo lo exterior al circuito tiene relación con el medio exterior y que la forma en la cual podemos medirlo y controlarlo requiere de elementos de circuitos electrónicos analógicos, muchas veces complejos como los amplificadores de instrumentación, circuitos electrométricos etc.

La medición, elemento fundamental de la ingeniería y la instrumentación electrónica implica que nuestros estudiantes graduados sepan medir y reconocer los elementos implícitos en el hecho. Medir no es simplemente comparar magnitudes, sin embargo parece que es tan sólo eso lo que los estudiantes han captado. No es posible para ellos reconocer a partir de los datos las causas que los generan y por ende interpretar los sucesos técnicos y formales que se hacen explícitos de ellos.

Pensemos, como ejemplo, en el campesino y el campo, su trabajo en él. Cuando el ara y siembra, actúa de acuerdo con experiencias que ha formado. Con ellas se ha formado un determinado saber sobre la forma del campo, lo apto o no del terreno para producir ciertos frutos, su experiencia con el arado, con los animales de tiro, con el clima y condiciones meteorológicas del lugar, etc. Sabe si el suelo necesita abono, pero no conoce el mecanismo químico por el cual se produce su efecto y por lo mismo desconoce las posibles mejoras en el tipo y su aplicación. Su saber va más lejos que sus conocimientos gracias a su experiencia. Esta experiencia natural, para tener idea, en la larga intimidad de las cosas se da naturalmente. Este ejemplo es un análogo con nuestros estudiantes de electrónica a nivel de la licenciatura.

Un grado más alto de la experiencia lo constituye la experiencia técnica. Esta se refiere a todos los comportamientos prácticos en que se produce algo. Que alguien tiene una gran experiencia significa que la ha formado con una prolongada actividad práctica. La experiencia se configura en la larga serie de éxitos y fracasos, pero además del largo actuar, le es inherente una aptitud para configurar la imagen, entonces se tiene alguna idea. Que correspondería a lo que logramos actualmente en el posgrado.



<http://www.virtualeduca.org>

**Palacio Euskalduna, Bilbao 20-23 de junio, 2006**

La experiencia es práctica, nace de la acción y constituye lo esencial de esta.

El grado más difícil se refiere a las experiencias con nosotros y otros seres humanos. Es un saber acerca del modo en que nos comportamos en la existencia práctica con otros seres humanos. Son las experiencias del trato humano. Un maestro de gran experiencia debe de conocer reglas didácticas, pero casi con cada alumno es diferente el camino por el cual le resulta más fácil enseñar algo. Hallar este camino es experiencia. Esta se apoya en el profundo conocimiento de la materia del saber, ya que nadie puede enseñar lo que desconoce, pero debe conocer también la forma en que esa materia se puede comunicar de la manera más fácil, lo que implica además de la experiencia un conocimiento formal y causal que nos permita lograr cierta intimidad con los alumnos; se requiere una relación de confianza recíproca, es decir, una actividad destinada a despertar la confianza. La única tarea se sitúa al lado del docente. El debe de tener experiencia acerca de la forma de despertar la confianza. Esto es lo que deseamos para nuestros profesores en la maestría.

Cada experiencia tiene su propia verdad, pero no es asunto de ella la verdad por sí misma, sino en cuanto se ciñe a los intereses concretos de la acción que actúa, en nuestro caso, armado de circuitos electrónicos. Para poseer conocimientos que rebasen el saber inmediato, debe de prescindir, justamente de esa actividad. Sólo al separarnos de la simple experiencia, las cosas se convierten en objetos de conocimiento. Sólo atendemos a esos objetos como tales, no teniendo interés en ellos cuando oponemos entre sí teoría y praxis. Debemos emplear nuestros ojos y nuestras manos, pero también nuestra concepción de la realidad, praxis, apoyada en el conocimiento. La verdad independiente de todo interés es el conocimiento de lo que no depende de las circunstancias, sino que en todas ellas y de manera necesaria.

La Ingeniería entiende la naturaleza en su conjunto como objeto de una consideración calculada. Sólo sobre la base de la objetividad, así formada, es posible descubrir y definir los elementos mensurables a fin de explorar con su ayuda las relaciones mensurables entre fenómenos mensurables.

El fundamento rige todo proceso particular de conocimiento; opera de antemano, a priori. Atañe a la interpretación de la objetividad en que se basan los objetos de conocimiento. La objetividad que fundamenta los caminos del conocimiento es la que permite la explicación causal, y no está subordinada a ésta. La fundamentación que determina los objetos va más allá de los objetos mismos; los sobrepasa en relación al conocimiento. La consideración objetiva, la visión inmediata de los objetos, va unida a la consideración a priori de los fundamentos que determinan cuales deben de ser los



<http://www.virtualeduca.org>

**Palacio Euskalduna, Bilbao 20-23 de junio, 2006**

objetos. Así interpretada, la teoría concentra esta doble visión: La experiencia y el conocimiento, y en aquello en lo cual el conocimiento excede de la experiencia es la teoría. El conocimiento es teoría. Es lo que deseamos para nuestros posgraduados.

Establecimos los tres niveles del curso de tal manera que estas tres etapas se logren, así en el primer curso lo que buscamos es que el alumno logre la experiencia básica con los elementos necesarios para lograr el objetivo y estos son:

Para el primer curso: primero familiarizar al estudiante con los aspectos básicos de electricidad y circuitos, segundo familiarizarlos con los términos y formas fundamentales y lograr la interpretación de símbolos y arquitecturas fundamentales, así como los elementos primarios de la medición y el armado técnico de los circuitos básicos.

Para el segundo curso: Primero repasar los conceptos ya aprendidos en el primer curso, pero observando los elementos de comportamiento de los sistemas físicos involucrados y el segundo objetivo es lograr que los elementos de percepción, sumados a los ya obtenidos de la manipulación empírica, permitan al estudiante lograr mejores interpretaciones acerca del por qué de los resultados.

En el tercer curso el objetivo fundamental es que apoyados en los elementos básicos obtenidos en los dos anteriores, se logre un nivel de concepto formal, para esto se retira fundamentalmente la experiencia, pero basados en ella, buscamos que los conceptos logren su pleno desarrollo teórico.

## **PRIMER CURSO**

El primer curso, como dijimos en la introducción busca integrar en el estudiante los elementos básicos, para esto se buscó construirlo en una plataforma a la cual los estudiantes están bien integrados y que es la ayuda de Windows. El curso está constituido por los elementos fundamentales de circuito y electrónica que queremos experimentar. El temario de este primer curso es el siguiente:

- Semiconductores
- Configuraciones Básicas Del Transistor
- Amplificación
- Amplificadores
- Modos Y Configuraciones
- Osciladores
- Amplificador Diferencial



<http://www.virtualeduca.org>

Palacio Euskalduna, Bilbao 20-23 de junio, 2006

## Amplificador Operacional

La configuración del sistema se complementa con otros temas como las tecnologías y las biografías de los actores fundamentales, tanto en electricidad, como en electrónica. Lo que se cubre en los anexos es lo siguiente: Transistor, Circuitos Integrados, Radio, Tv, Radar. Instrumentación, Control, etc

Las biografías y la Historia de la Electrónica y la Tecnología se suman a las opciones.

En la figura 1, se muestra la primera pantalla del curso.



Figura 1. Primera pantalla del curso básico.

Se uso la máquina de búsqueda de la ayuda para integrar un camino fácil de localización de temas y palabras, además de que se construyó un glosario que da la concepción del término y lo relaciona con los temas del curso con el cual está relacionado. En la figura 2 se muestra la pantalla del glosario.





<http://www.virtualeduca.org>

Palacio Euskalduna, Bilbao 20-23 de junio, 2006

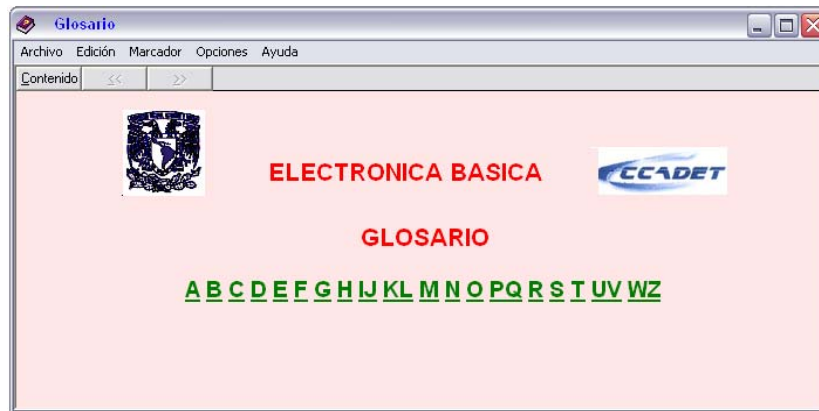


Figura 2. Pantalla del Glosario.

En la figura 3, se muestra una página del glosario.

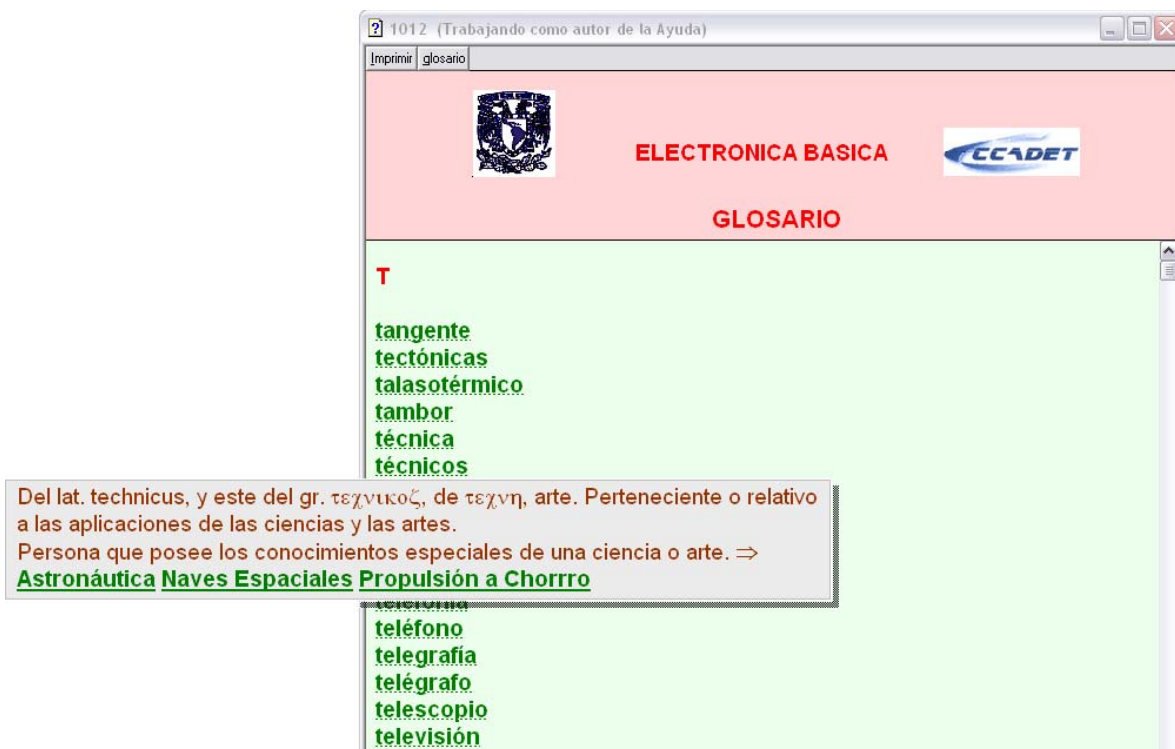


Figura 3. Pantalla del Glosario

En la figura 4 se muestra la manera en la cual se presentan las biografías.



<http://www.virtualeduca.org>

Palacio Euskalduna, Bilbao 20-23 de junio, 2006



Figura 4. Presentación de una Biografía.

En la figura 5 se muestra la forma de presentar las partes de tecnologías aplicadas al campo.



<http://www.virtualeduca.org>

Palacio Euskalduna, Bilbao 20-23 de junio, 2006

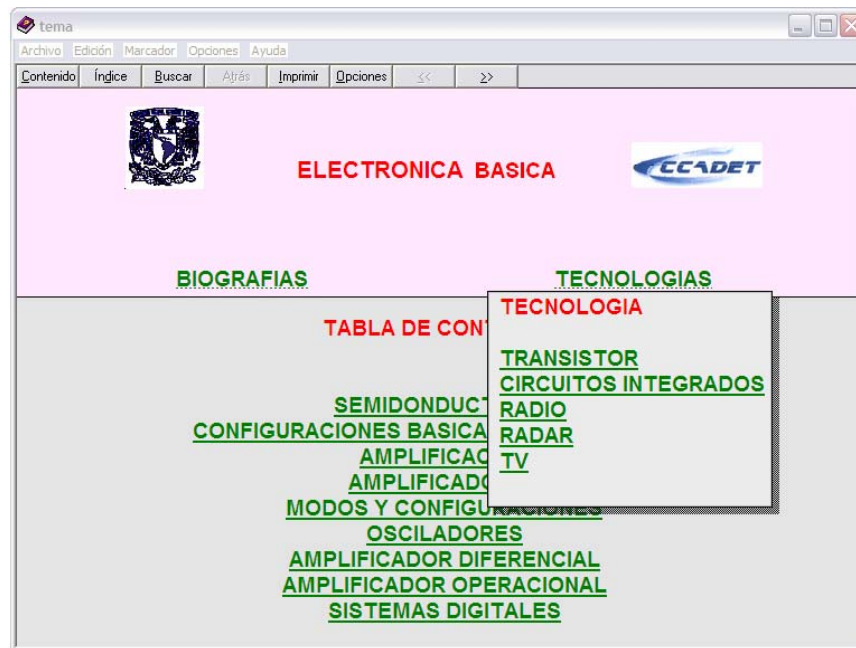


Figura 4. Presentación del temario de Temas de Tecnología.

En la figura 6, se muestra como se presentan las notas aclaratorias.







<http://www.virtualeduca.org>

Palacio Euskalduna, Bilbao 20-23 de junio, 2006

Curso

Alfás Imprimir << >>

 **ELECTRONICA BASICA** 

**AMPLIFICADORES**

El circuito de entrada de un amplificador a transistores puede manejar corriente ya sea del elemento de entrada o de una etapa anterior, así cada transistor amplificador está considerado ya sea como un amplificador de corriente o de potencia, operando a una corriente o un nivel de potencia más alto que el anterior.

Los preamplificadores normalmente operan a pequeños niveles de potencia, del orden de microwatts, las etapas de manejo (drivers) operan a niveles de miliwatts y las etapas de potencia operan a niveles de watts.

Los transistores pueden operar en cuatro clases **fundamentales**:

Los amplificadores de clase A se operan en **colector**.

Los amplificadores de clase B se polarizan por voltaje de colector, o por voltaje cero de **colector**.

La disipación de potencia en el transistor será cero, dado que es el producto de la corriente por el voltaje. El voltaje de colector variará solo durante la mitad del ciclo de entrada de la señal de voltaje que se opone a la **polarización directa**.

Clase A,  
2. Clase B,  
3. Clase AB y  
4. Clase C.

Figura 6. Presentación de una nota aclaratoria.

## SEGUNDO CURSO

Este curso está armado en la plataforma de Acrobat en PDF y consiste en un curso más interactivo que el anterior, ya que éste nos permite no sólo poder analizar los circuitos desde una perspectiva más avanzada, sino que además permite la visualización de los procesos por medio de oscilogramas sobre los circuitos y la medición en un laboratorio basado en videos de estos oscilogramas. Con esto se busca aumentar la praxis pero sumándole interpretación a los resultados de medida. La explicación acerca del comportamiento de los circuitos es mucho más matemática.

El temario de este curso es el siguiente:

Semiconductores  
Rectificadores  
Transistores  
Amplificadores  
Ruido



<http://www.virtualeduca.org>

Palacio Euskalduna, Bilbao 20-23 de junio, 2006

Osciladores  
Multivibradores

En la figura 7, se presenta la página de entrada al curso en PDF.

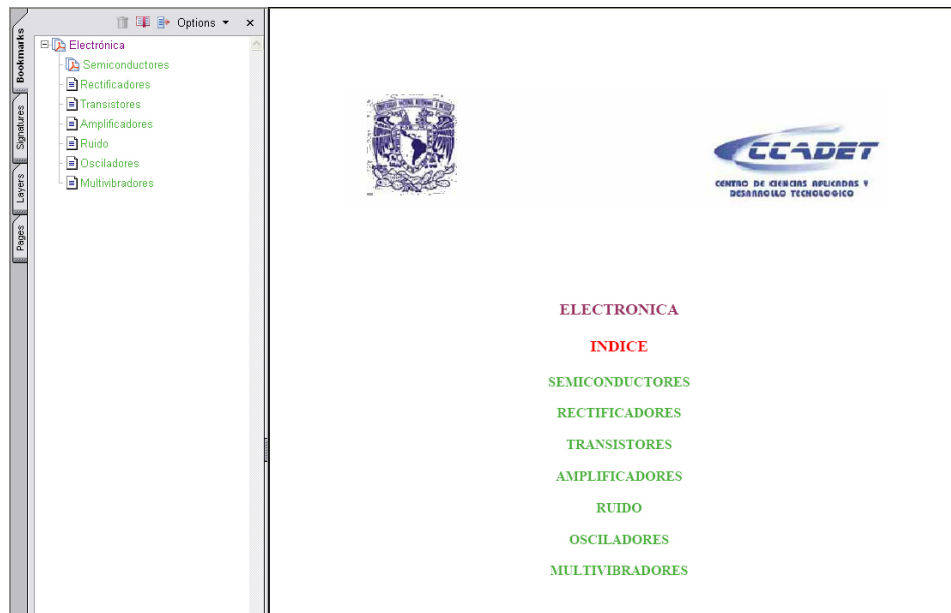


Figura 7. Pantalla de entrada al segundo curso.

En este curso tratamos de subir el nivel de interacción pero manteniendo algunas de las cosas que se tenían en el primer curso como interactivas con el estudiante, así en la figura 8 se muestra la forma de presentación de las imágenes.



<http://www.virtualeduca.org>

Palacio Euskalduna, Bilbao 20-23 de junio, 2006

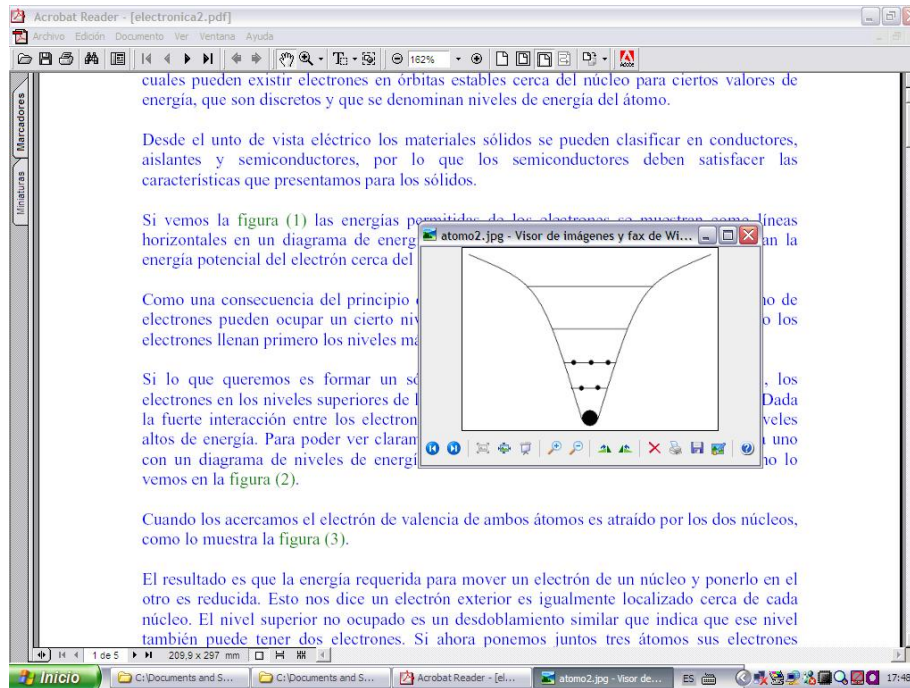


Figura 8. Forma de presentación de las imágenes

Se quiere que el alumno se acerque más a los conceptos y para esto se realizaron videos sobre objetos que no son muy claros de percibir si sólo se leen. Un ejemplo de esto es un video sobre la formación de bandas en las estructuras cristalinas. La figura 9, nos lo muestra.

La región de energías entre la de valencia y conducción es un espacio prohibido de energías, ya que en el cristal, no existen electrones con esta energía.

Este modelo se conoce como el modelo de **bandas** de un cristal y es muy útil para determinar las propiedades eléctricas de un sólido porque muestra como se pueden mover los electrones en el cristal, así las diferencias entre conductores, semiconductores y aisladores se reflejan en su modelo de bandas de energía.

Las estructuras atómicas y cristalinas dan lugar a las bandas de valencia y conducción. Como en los muchos electrones de valencia que se encuentran en un cristal, al aplicar un campo eléctrico, por lo que se enciman las bandas de valencia y conducción, cualquier banda prohibida, cualquiera de los electrones en el sólido y moverse en respuesta a los campos eléctricos.

Los electrones en las bandas se comportan de acuerdo al principio de exclusión de Pauli. Al cero absoluto de temperatura, los niveles bajos de energía y al nivel lleno más alto se le llama Nivel de Fermi. A temperatura ambiente se excitan, al nivel de Fermi, algunos de los electrones que se encuentran en los niveles de energía más altos de energía, por el calor en el cristal, por lo que algunos niveles de energía abajo del nivel de Fermi están vacíos y algunos niveles arriba están llenos. En esta situación el nivel de Fermi representa la energía a la cual los niveles están medio llenos y medio vacíos.

Un cristal aislante tiene una banda prohibida, la banda de valencia está completamente llena de electrones y la banda de conducción está completamente vacía. Es claro que la banda superior no contribuye a la conductividad eléctrica al no contar con electrones que actúen como portadores. Se puede ver paradójico, pero los electrones en la banda de valencia


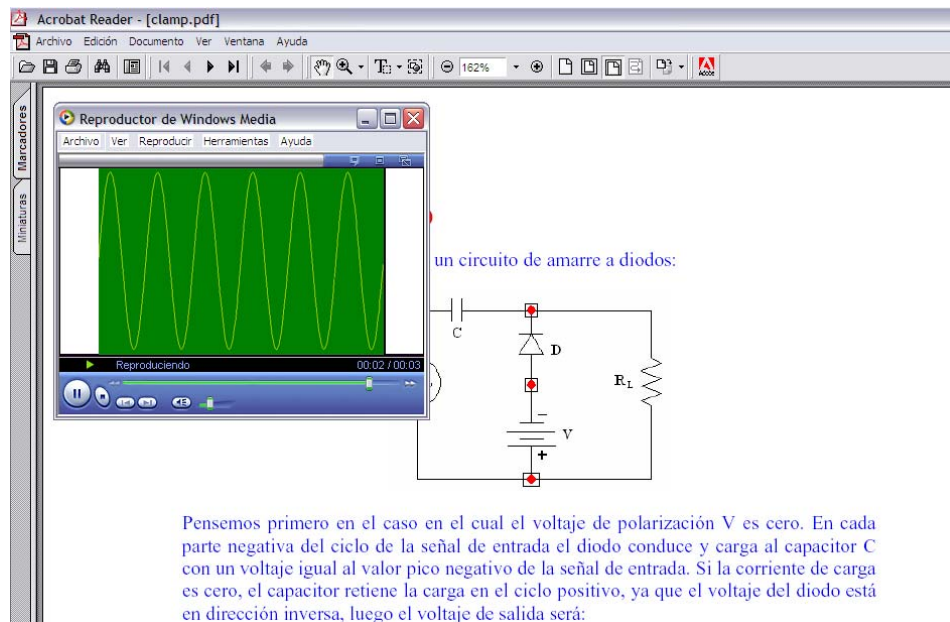


Figura 9. Presentación del video de teoría de bandas

Se desea que la interacción sea mayor por parte del estudiante y pueda visualizar los comportamientos de los circuitos, en la figura 10, vemos esta realidad



un circuito de amarre a diodos:

Pensemos primero en el caso en el cual el voltaje de polarización  $V$  es cero. En cada parte negativa del ciclo de la señal de entrada el diodo conduce y carga al capacitor  $C$  con un voltaje igual al valor pico negativo de la señal de entrada. Si la corriente de carga es cero, el capacitor retiene la carga en el ciclo positivo, ya que el voltaje del diodo está en dirección inversa, luego el voltaje de salida será:

Figura 10. Oscilograma sobre un circuito.





<http://www.virtualeduca.org>

Palacio Euskalduna, Bilbao 20-23 de junio, 2006

Pero se desea algo más que la simple observación, queremos que el estudiante tenga forma de medir, para esto se desarrolló una herramienta que permite al estudiante medir sobre los videos de los oscilogramas. En la figura 11 se muestra este laboratorio.

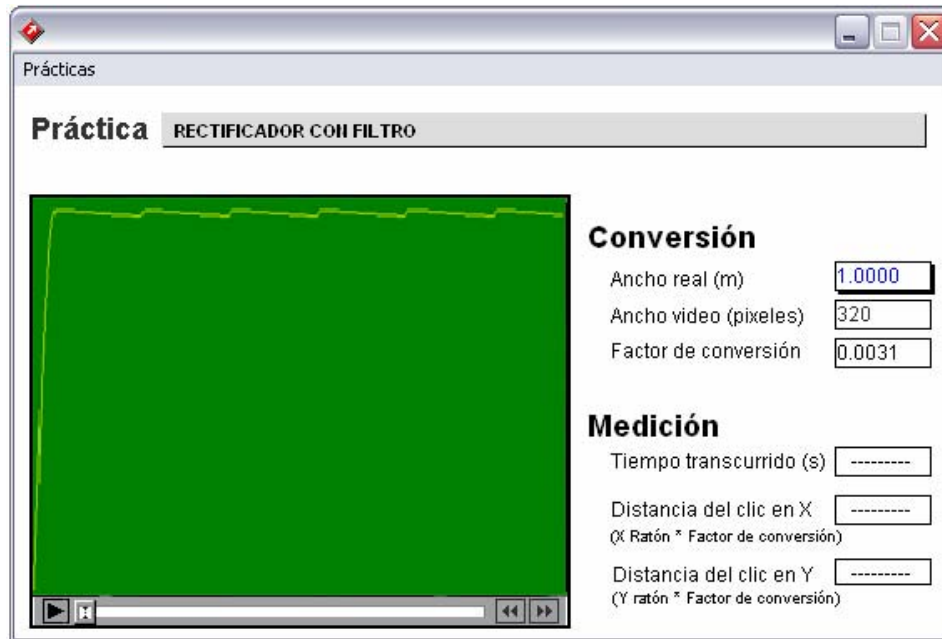


Figura 11. Práctica de un rectificador con filtro.

### TERCER CURSO

El tercer curso es fundamentalmente un curso teórico avanzado. El temario del curso es el siguiente:

- Repaso de Matemáticas
- Repaso de Electricidad
- Física Electrónica
- Electrónica Cuántica
- El Diodo
- Aplicaciones De Los Diodos
- El Transistor
- Amplificadores
- Amplificadores Operacionales
- Osciladores



<http://www.virtualeduca.org>

Palacio Euskalduna, Bilbao 20-23 de junio, 2006

Temporalizadores

Transistor De Efecto De Campo

Klystrons

Ruido

Filtros

Redes Lineales Pasivas

Como vemos el nivel del curso es muy elevado pero sin embargo se le ayuda al estudiante con repases de Matemáticas y Electricidad. En la figura 12 se muestra la pantalla de entrada a este curso.

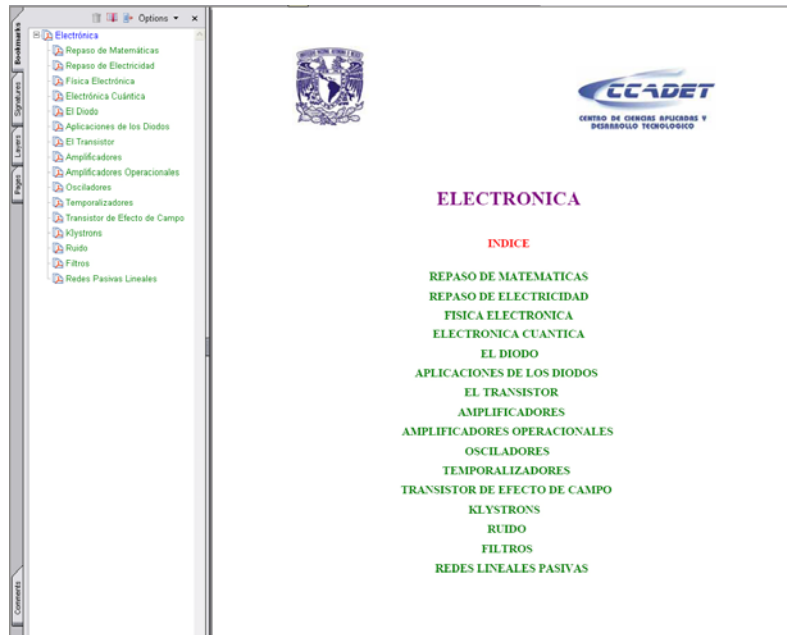


Figura 12. Pantalla de entrada al curso de tercer nivel.

Una de las típicas clases se muestra en la figura 13.





**MODELO DE PEQUEÑA SEÑAL DEL TRANSISTOR**

La solución independiente del tiempo para los parámetros

$$h_{2n}^{(0)}$$

del transistor, no es válida cuando las frecuencias de excitación son mayores de unos pocos kilociclos. Para realizar el análisis de pequeña señal, resolveremos la ecuación de difusión dependiente del tiempo para los portadores minoritarios en las tres regiones sujetas a las condiciones de frontera en los cortes de las mallas de deplexión y en las extremidades del emisor y del colector.

En los circuitos de colector y emisor, las relaciones definidas son del tipo:

$$\frac{\partial p_n}{\partial t} = \frac{(p_n - p_{n0})}{\tau_p} + D_p \nabla^2 p_n$$

La ecuación para los electrones en la base:

$$\frac{\partial n_p}{\partial t} = \frac{(n_p - n_{p0})}{\tau_n} + D_n \nabla^2 n_p$$

Las condiciones de frontera en la región de interés, ahora tendrán contenidos términos dependientes del tiempo.

$$p_{n-1}(-\epsilon_{n1}, t) = p_0 e^{eV_{EB}/KT} e^{eV_{IB}/KT} \frac{1}{e^{\epsilon_{n1} - \epsilon_{n2} - KT}} \rightarrow p_0 e^{eV_{IB}} \left[ 1 + \frac{eV_{EB}(t)}{KT} \right]$$

$$n_{p1}(+\epsilon_{p1}, t) = n_{0B} e^{eV_{IB}/KT} e^{eV_{EB}/KT} \frac{1}{e^{\epsilon_{p1} - \epsilon_{p2} - KT}} \rightarrow n_0 e^{eV_{IB}} \left[ 1 + \frac{eV_{EB}(t)}{KT} \right]$$

$$n_{p2}(0_B - \epsilon_{p-}, t) = n_{0B} e^{-eV_{IB}/KT} e^{-eV_{EB}/KT} \frac{1}{e^{\epsilon_{p2} - \epsilon_{p3} - KT}} \rightarrow n_0 e^{-eV_{IB}} \left[ 1 + \frac{eV_{EB}(t)}{KT} \right]$$

$$p_{n2}(0_C + \epsilon_{n1}, t) = p_{0C} e^{-eV_{IB}/KT} e^{-eV_{EB}/KT} \frac{1}{e^{\epsilon_{n2} - \epsilon_{n3} - KT}} \rightarrow p_{0C} e^{-eV_{IB}} \left[ 1 + \frac{eV_{EB}(t)}{KT} \right]$$

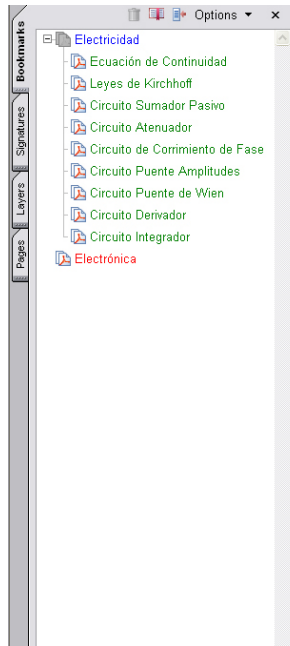
Figura 13. Clase tipo del tercer nivel

En la figura 14, se muestra la página del repaso de Electricidad.



<http://www.virtualeduca.org>

Palacio Euskalduna, Bilbao 20-23 de junio, 2006



## ELECTRICIDAD

### INDICE

ECUACION DE CONTINUIDAD  
LEYES DE KIRCHHOFF  
CIRCUITO SUMADOR PASIVO  
CIRCUITO ATENUADOR  
CIRCUITO DE CORRIMIENTO DE FASE  
CIRCUITO DE PUENTE DE AMPLITUDES  
CIRCUITO PUENTE DE WIEN  
CIRCUITO DERIVADOR  
CIRCUITO INTEGRADOR

Figura 14. Página del repaso de Electricidad

En la figura 15, se muestra el repaso de Matemáticas.



<http://www.virtualeduca.org>

Palacio Euskalduna, Bilbao 20-23 de junio, 2006

**MATEMATICAS**

**INDICE**

SOLUCIÓN DE ECUACIONES CUBICAS Y CUARTICAS

MATICAS

SOLUCIÓN DE ECUACIONES DIFERENCIALES LINEALES SIMULTANEAS

SISTEMAS LINEALES Y LA ESTRUCTURA DE LAS ECUACIONES DIFERENCIALES LINEALES

ECUACIONES INTEGRO-DIFERENCIALES SIMULTANEAS

SERIES Y TRANSFORMADA DE FOURIER

TRANSFORMADA DE LAPLACE

LA FUNCIÓN DE TRANSFERENCIA

LA FUNCIÓN DELTA O FUNCIÓN IMPULSO

LAS RAÍCES DE LA FUNCIÓN DE TRANSFERENCIA

LA RESPUESTA DE H(S) A ALGUNAS EXCITACIONES IMPORTANTES

EL RETARDO DE LA FUNCIÓN DE TRANSFERENCIA

LA TRANSFORMADA ZETA

Figura 15. Página del repaso de Matemáticas

## CONCLUSIONES

Estos cursos presentados inicialmente se les entregaban a los estudiantes en disco compacto cada semestre de clase, pero ahora con los planes de la Facultad de Ingeniería para la educación a distancia, se espera montarlos en red.

Hasta el momento se han distribuido con buenos resultados, más de doscientos compactos del primer curso, cerca de cien compactos del segundo curso, y cincuenta compactos del tercer curso. Con este programa de cursos de han recibido en el CCADET treinta alumnos de licenciatura, veinte de maestría y está por recibirse uno de doctorado.

Se montaron los cursos sobre un servidor, para que los estudiantes pudieran estar en línea, cosa que ayudo ya que no siempre traen su compacto y así además se puede con un proyector de video trabajar en clase. El problema que se tiene es la saturación en algunas horas del servidor, por lo cual se limito al uso en el salón de clase.