

Video 1 Diodos:

minuto 5:29

Utilizar corte y saturación porque la energía se almacena en los componentes conservativos y se conserva esa es la gran diferencia

Para pasar de un convertidor a otro necesitamos un sistema de almacenamiento de energía que básicamente es un capacitor de potencia

minuto 55:25

Para soportar altas tensiones (sin esa capa no soporta pero si corrientes) Diodos región drift Mas tensión de conducción y comportamiento más lineal en la parte log del diodo normal Cuidado un poco de caída de tensión en función de la corriente (pq es lineal), no poner un diodo de 1000 v si necesito de 100 porq la región drift hace q sea mas imperfecto y va a tener un poco mas de tensión de conducción

minuto 1:02:09

Schottky region drift q permite usar en potencia limitación en alta tensión, no se fabrican en alta tensión(ventaja)

La V_{on} varia entre 0,3 y 0,5 dependiendo de la corriente

minuto 1:20:00

Clasificación según modo

minuto 1:22:00

Tipos de Diodos

minuto 1:23:00

I_{FSM} (no repetitiva) y $i^2 \cdot t$ (con 1 ohm de r de conducción directa el diodo debiera fundirse antes) son para diseño de fusible sobre todo el $i^2 \cdot t$ (no todos los dispositivos se pueden proteger con fusibles, diodos y tiristores si)

minuto 1:31:00

Cuando termina una parte de la recombinación recién ahí empieza haber tensión inversa, ver curva verde de potencia a tener en cuenta

minuto 1:41:46

respuesta en segundos según tipo de diodo

minuto 1:49:36

Porque es más chico parámetro de resistencia térmica, juntura carcasa es grande evitar eso porque sino hay poca transferencia de energía de disipación

Nota: Algunos de los encapsulados traen el catodo algo asi directamente incorporados para aplicaciones que requieren mas frecuencia(revisar)

Video 2 Scr:

minuto 1:95

ancho de zona drift permite aguantar más tensión

minuto 3:20 (cap 19 a 28 libro mogan)

Modulación de la conductividad (zona drift), gran distribución de portadores y poca concentración de portadores, en el encendido exceso de portadores de las dos zonas va a parar a drift y eso hace q la concentración aumente en zona de arrastre bajando la caída de tensión directa y bajando la resistencia y en apagado proceso inverso (tiempo de almacenamiento y tiempo de transición)

minuto 9:56 Tiristores SCR Encendido

Encendido:

- Polarización positiva (como diodo)
- Corriente en compuerta tenga una característica apropiada
- Carga conectada al scr genere una I_L (corriente entre anodo y catodo) mayor a I_L (corriente de enganche) y dure un tiempo minimo llamado $I_{q(on)}$

minuto 13:35 Tiristores SCR Apagado

Apagado:

- la tiene que alcanzar a I_h (corriente minima para que se apague) durante un tiempo T_q (tiempo de recuperación inversa, un poquito mayor)
- Los GTO si se pueden apagar por compuerta

minuto 17:48 Tiristores SCR Hoja de Datos

- Hockey hasta 3000 A o más y pack hasta 500 A
- 19:00 características (V_{rms} etc)
- 20:15 dv/dt , además capacidad entre anodo y compuerta ($i_g = C_{ag} * dv/dt$), si la derivada dv/dt da grande entonces i_g puede alcanzar el valor requerido para dispararse según la formula entre paréntesis, para solucionar genere un corto entre anodo y catodo? (minuto 24:30 mas o menos)
- 29:35 di/dt valor de la derivada cuando esta encendiendo
- 32:00 curva y porque poca exactitud debido al proceso de fabricación y a la baja exactitud en la curva de la compuerta, v_{gt} e i_{gt} valor minimo para disparo en la curva e i_{gt} depende de la temperatura también. Valores menor que I_{gd} y V_{gd} indica q cualquier valor menores a estos no van a disparar el dispositivo, para ensayos de interferencia electromagnética y ensayos dm (δ), entre I_{gd} y I_{gt} zona insegura, no se asegura el disparo (Criterio de disparo $5 * I_{gt}$ a 25 C)
- 38:31 Bidireccional ITSM 10 veces mayor a I_{Tav} , $t_q = t_{rr} + t_{rc}$, t_{rc} tiempo minimo de recombinación y no debería haber tension en el anodo
- 40:00 Formas de Apagado para CC

minuto 45:30 Tiristores GTO

- Se apaga por la compuerta pero la I_g para apagar es muy alta por eso no sirve y baja frecuencia de conmutación
- 46:54 IGCT trae circuito de apagado con un banco de capacitores el cual logra la i_g alta para apagar (bastante utilizado)

minuto 50:57 Tiristores SCR Driver rectificador p3

- Utilizo transformador de aislamiento para masa flotante pq la alimentación de los scr en el rectificador es flotante
- Configuración flyback (en gral no se usa pq el circuito no lo acepta)
- 55:30 Configuración recomendada porque el disparo del transistor implica que el scr se dispare, no utilizar un pulso indefinido pq el trafo se satura y B (trafo) es proporcional a la grafica de V-I del pulso, la i del inductor va a depender del valor de la inductancia, mayor inductancia se achata la corriente y la relación de tensiones me define la cantidad de vueltas, primero defino i en el secundario y luego v
- 1:10:00 Introducción a Transistores de potencia (bjt (casi no se usa en potencia), mosfet e igbt), estructura de fabricación vertical lo que permite distribuir bien la corriente y más resultado ha dado
- Tiempo de recuperación inversa me define la frecuencia máxima de trabajo y la aplicacion

Video Transistores de Potencia 3

Minuto 2:00 Estructura

- Vertical mejor resultado
- 2: 50 Densidad de portadores
- 4:00 N^+ gran cantidad de portadores(10 a la 9) y N^- baja cantidad de portadores(10 a la 14), p portadores estándar(10 a la 16)
- 5:20 Forma entrelazada emisor- base(para que sirva para potencia), para distribuir mejor la i en el emisor y en el caso de la base para disminuir la resistencia parasita

Minuto 6:10 Regiones

- El valor máximo de ruptura(tensión máxima que puede soportar) entre C y E esta debida a la V entre C y B pero se llama de V_{ceo} y depende de como se apague el transistor
- 8:30 Comportamiento de beta en base a $\log(I_c)$, valor máximo de beta en $I_{cmax}/10$
- 12:10 Hacer driver que se ajuste a las características dinámicas de la carga

Minuto 12:40 Encapsulados y especificaciones

- V_{ceo} (V de ruptura de apagado con base abierta peor de los casos)
- V_{cer} (V de apagado con una r a masa en base y abro la base)
- V_{cev} (V de apagado con una fuente negativa)
- I_b y I_{bm} (con pulsos)
- 19:00 un circuito de encendido y explica una curva

Minuto 21:53 Datasheet

- $V_L = L \cdot di/dt$ (derivada de i entre C y E) y tiene una cuarta salida para evitar grandes valores
- 26:30 FBSOA(Encendido) limite de potencia es una recta pq las escalas de v e i son log

- Limitación extra 3 p.p. desde el punto de vista de la juntura emisor base y base colector en todo el ancho de la pastilla la distribución no es homogénea y genera puntos calientes q son un limitante, tiene un coef de temp negativo y genera envejecimiento térmico y baja resistencia (eso hace q se degrade el transistor y no se recomienda trabajar en 3)
- 32:35 RBSOA(Apagado) aca la escalda son lineales por eso la potencia no es una recta, se utiliza red para mejorar apagado p.p. sino estamos fuera del área de apagado segura, sigue formas de onda según configuración

Minuto 39:15 Proceso de encendido y apagado

- Vce cuando cae lo hace en dos partes la primera hasta q evacua cargas
- Proceso de cargas en el tiempo
- 44:00 (Apagado) $-di/dt$ pendiente de apagado
- Vce sube en dos parte la primera hasta que se evacuan cargas en CB y segunda cargas en EB(ver)
- Con $-di/dt$ brusca la pendiente de apagado i_c es muy grande y creo q no se recomienda
- En el apagado la evacuación de las cargas tarda mas por lo tanto es lo q limita la velocidad

Minuto 52:14 Saturación y circuito de apagado (Conmutación)

- Drift al principio casi en corto y v_d crece debido a i_c y curvas en conmutación
- Los t de encendido y apagado también dependen de la carga

Minuto 1:00:00 Potencias en el encendido y Apagado

- Poff mas grande p.p. tarda mas el apagado

Minuto 1:06:00 Formas de Conexión

- Ecualización y compensación de R y L(L conectadas al revés para eliminar efecto inductivo) en emisores en paralelo y también base

Minuto 1:09:00 Comportamiento Estático

- Mientras más voltios más pobres en el beta (graficas del principio del video por ahí) por eso no se recomienda mucho más grande como 10 veces por ejemplo (drift más ancho y por ende más imperfecto por eso)
- Al ser dinámica la carga varia la I_c por eso no puedo hacer un driver fijo
- Saturación y sobresaturación
FactorDeSobresaturación(ODF)= $i_b/i_b(\text{correspondiente})$
- 15:30 ancho de base de saturación y sobresaturación(mas i_b mas Q en base y menor Vce 1:18:00)

Minuto 1:19:18 Red Baker

- Cuando Vce es menor q 0,7 va a conducir D2(conectado al colector) y el exceso de corriente de va por D2
- El valor de 0,7 se puede redefinir poniendo varios diodos en serie en D1 y D2 es ultrarapido por la tensión cuando se abre el circuito
- Los tiempos de apagados deben ser 50 a 100 veces más rápido q el periodo

- Dos curvas de degradaciones en el área de apagado una para potencia y otra para la degradación secundario

Video Mosfet e IGBT 4

Minuto 1:06 Tipo de Tecnologia que posibilito al mosfet en potencia

- Dps muestra otra tecnología q es la q le sigue y son muchos transistores puestos en paralelo
- 3:50 Acumulacion, compuerto v+, y el didodo entre d y s es parasisito que dps se mejoro y se lo uso como diodo avalancha controlado
- 5:26 Muestra un dispositivo con un transistor parasito y dps explica capacidades parasisitas, la Cgs es relativamente fija, y la Cgd es muy variable por lo cual no se puede usar en un calculo
- 7:00 R de canal, a mayor tensión permitida mayor ancho de drift y Rds(on) mas alto a medida q mayor tensión permitida, a mayor tensión logarítmicamente crece la R

Minuto 9:37 Transistor parasito

- Si dV_{ds}/dt es alto el transistor puede conducir y también puede joder en el gate y para solucionar se pone una Rg baja para q la i q se genere se derive por la Rg
- 13:18 Carga de compuerta
- 16:01 capacidad minima de corriente para carga de capacitores entre "g y d" y "g y s", valor de requerimiento de carga no el valor de capacitor por como varia

Minuto 21:20 Caracteristicas

- Rds(on) se agrega el resto igual q bjt influye y se reduce poniento transistores en paralelo
- No hay tiempo de cola
- 34:00 No tiene ruptura secundaria
- 34:25 Ventaja de temperatura
- Hay un solo SOAP para encendido y apagado

Minuto 42:00 Resistencia Termica y potencia debido a la velocidad de conmutación que trabajamos parte de la energía queda en el mosfet y no va al disipador

- 46:00 La curva de carga y Vgs depende de la corriente y la corriente q va por el drenador depende de la carga
- A patir de 500 v es muy alta la Rds(on)

Minuto 50:00 Caracteristicas de prendido y apagado por el voltaje no varia importante

Minuto 56:30 IGBT Potencia

- Salida parecido a bjt y entrada es un mosfet
- Tiene un tiristor parasito
- Diferencia si esta o no N+
- Se utiliza mucho en circuitos inversores

Minuto 1:04:00 Componente parasitos

- Para solucionar lo de los tiristores gran corriente circula por la entrada de ese modo evito que se dispare el tiristor parasito y los fabricantes tratan de que circule la corriente por el lado lateral
- No hay igbt para aplicaciones lineales solo para conmutación pq sino entraría en la zona tiristor en la zona lineal
- Fabricantes especifican la máxima I_g para q no se dispare en modo tiristor

Minuto 1:09:44 Generaciones de igbt

- Trinchera que achica diseño y baja vce porq baja zona drift
- Un solo SOA
- No tiene ruptura secundaria(ver también 1:12:16 explica el pq)

Minuto 1:11:56 Especificaciones

- $R_{ds(on)}$ tan chico que no aparece
- Para proteger se observa V_{ds} ver SOA
- 1:20:00 La corriente de drenador depende de la carga y por ende el tiempo de encendido (vale también para mosfet)
- Aplicaciones de alta tensión y alta corriente
- 1:22:30 No puedo proteger a un transistor con un fusible porq la reacción del fusible es muy lenta (más lento de lo que se destruye un transistor, 1000 veces más lento)

Minuto 1:41:00(por ahi) cambia ejes y observa el soa del transistor

Video 5

Minuto 0:40 Darlington

- $V_{ce2} = V_{ce1} + V_{be2}$ eso hace q T2 no entre en sobresaturación, es una ventaja
- 4:33 Darlington en paralelo comparten el transistor auxiliar
- 6:30 bimost, el q ve la tensión de conmutación es el bipolar y no el mosfet por eso no se destruye y el bjt esta en base común porq tiene mas velocidad y mejor soa
- Montaje switch pro emisor bjt en alta tension en serie con mosfet de baja tension en base común mas rápido, el mosfet no se destruye porq se cierra primero y la caída de voltaje lo ve el bjt(no se usa actualmente)

Minuto 10:00 Aplicación Bidireccional IGBT

Minuto 11:00 Driver de Transistores

- 11:12 Bipolares, enclavador Baker sirve para cargar dinámicas
- 17:55 Circuito proporcional a la base con transformador y dps antisaturacion con Baker y voy a observar el efecto q produce Baker cuando el valor de la corriente decrece a la mitad de la corriente ideal de carga
- 28:00 Circuito para Mosfet, se ponen 4 Nand en paralelo por la capacidad de corriente requerida, con menos capacidad de corriente funciona igual pero a menor velocidad, q2 esta para drenar la i parasita a través del c parasito(34:00)
- 36:00 Apagado por sobre corriente del transistor, usa comparador por si uso un micro va a tardar mucho y se va a quemar el transistor

- 38:00 Driver Con TTL forma brusca por las capacidades del mosfet, un transistor para encendido y otro para apagado y ver pq no pone resistencia por la carga de capacidades (39:34)
- 41:42 Con masa flotante, cuidado con optos por su tiempo de respuesta
- 43:00 Trafo de pulso si cambio ciclo de trabajo cambia forma de pulso para mantener constante el area

Minuto 51:30 Eliminar Capacidad miller de Gate-Drenador(vista como corto), protege el driver

Minuto 54:00 Configuración para IGBT y Mosfet

- Se conectan diodos apagar en el igbt pq no traen como el mosfet para proteger por ej carga inductiva
- 1:00:27 Rge para protección apaga para un t corto
- 1:05:00 Conexión bootstrap(no se llama así solo lo puse así pq así suena jajaja)

Minuto 1:11:46 Config para mas transistores en paralelo

Minuto 1:17:00 Redes de Apagado para protección

- Capacitor para retrasar voltaje y descargo cuando el transistor esta saturado y se descarga sobre la resistencia y el diodo hace un bypass en el apagado por la resistencia, luego zener de protección para sobrevoltaje (red snuber algo así)
- 1:26:15 simulaciones, el igbt no requiere red snuber por su SOA pero es útil para bajar el consumo de potencia

Video 6 Convertidores

Minuto 4:25 Bloques del rectificador

- Tranfo(potencia y/o defasaje),rectificador,filtro(opcional),circuitos de protección y/o control
- No controlados(solo con diodos) y controlados(parte o todos tiristores)

Minuto 9:25 Rectificador de media onda $q=3$

- Tanto diodos como fase
- La tensión de salida sigue a la forma de las fases en los picos altos
- Salida estrella para permitir neutro para permitir neutro

Minuto 16:00 Onda completas $q=6$

- La v de salida es la suma vectorial entre la fase de entrada y salida

Minuto 25:00 Onda Completa $Q=12$

- Corrimiento de fase(uno en estrella y otro en triangulo en la entrada)
- Masa flotante
- Mayor tensión en la suma y mayor ripple de 12 pulsos(se recomienda para alta potencia)
- Ventaja, filtrado(mejora las prestaciones de un capacitor)

Minuto 31:43 Parámetros

- Eficiencia o relación de transformación: Medida de la calidad del rectificador
- Factor de forma:
- Factor de cresta: Mide la relación máximo respecto del rms
- Factor de Ondulación
- Distorcion armonica total THDi: Relacion de las armónicas con respecto al primer armonico (armonico principal),(creo q también medida de calidad de como estamos utilizando trafo si es q hay trafo)

Minuto 43:00 Analizar de nuevo

- Factor de potencia: Se tiene en cuenta desfasaje V-I y y cuan distorcionado esta i con respecto de v

Minuto 55:00 Factor de Potencia(PF): Efectividad de la transmisión de la red a la carga

- Entre 0 y 1
- Cuando la i sigue a la v en su fase y forma

Minuto 1:00:00 Analisis de distintas cargas

- Angulo beta depende de la reactancia carga RL
- 1:13:00 Carga LE(suaviza onda de corriente)
- 1:15:30 Con Diodo de corrida libre para no sobrecargar D1
- Hasta q V_o no iguales a V_{cc} no hay circulación de i con cargas RLE

Minuto 1:17:00 Diodo de corrida libre

Minuto 1:20 Rectificador de media onda con filtro capacitivo

- 1:27:30 V de rizado

Video 7 Rectificacion

Minuto 00:00 Rectificador de media onda monofásico

- Carga R
- Carga RL si aumenta L la i comienza a ser cuadrada

Minuto 2:59 Rectificador Onda Completa

- Carga R
- Carga RL si aumenta L la i comienza a ser cuadrada
- 16:00 Carga RLE, para cualquier L no cambia la v de salida y si aumento L la i de salida tiende a ser continua
- 19:00 RC con C siendo filtro y dos picos arriba y dos debajo de i
- 20:31 LC si Cambio L i pasa a ser más continua y con C la v pasa a ser mas continua
- 23:00 Rectificador trifásico $q=3$

Minuto 30:11 Rectificador trifásico $q=6$ con diodos

- La serie de Fourier es importante en la corriente de entrada
- Utilizo filtros de potencia(para 5to y 7mo) para absorber armónicos filtros tipos notch(mejora factor de potencia y también creo q mejora factor de distorsion armonica)
- 35:30 Están los armónicos impares menos los múltiplos de 3
- Factor de forma bastante cercano a uno

Minuto 46:00 Generalizaciones para polifásicos

- Para media onda π/q y periodo $2\pi/q$
- 48:30 q par e impar
- 50:00 Estudio de corrientes
- Si q es par la forma de salida se mantiene
- 53:00 efectos de agregar una inductancia a la entrada del generador, disminuye el valor medio de la tensión de salida...creo
- 59:00 Inductor al principio del generador en rectificador trifásico $q=6$, se deforma la onda de salida parece un ripple de fuente comun

Minuto 1:05:17 Rectificación controlada

- En principio trabaja en el 1er y 4to cuadrante(tensiones + y – (si es negativa esta dando energía en vez de recibir)a la salida)
- El dual trabaja en ambas direcciones en los cuatro cuadrantes(el primer convertidor puede trabajar en el 1er como rectificador y 4to cuadrante como inversor y el 2do convertidor en el 2do como inversor y 3er cuadrante como rectificador)

Minuto 1:13:11 Tipos de rectificadores controlados

- 1:15:00 Rectificador controlado

Video 8 Convertidores

Minuto 00:00 Cargar RLE monofasico

- La conducción de i depende de dos cosas: V de entrada debe superar a E y los angulos de conducción de los scr se den
- 8:00 Grafica tensión normalizada según angulo(rango rectificador y rango inversor)
- 10:41 Cuadrante 1 rectificador, cuadrante 2 inversor(el convertidor absorbe energía)

Minuto 12:47 Condiciones para q trabaje como un absorbedor de energía

- Carga regenerativa y angulo entre $\pi/2$ y π
- En modo inversor no almacena energia mas bien entrega energía a la red

Minuto 17:00 explicacion de dos convertidores para los 4 cuadrantes

- Convertidor 1 de 0 a $\pi/2$ rectificador y convertidor 2 rectificador con corriente negativa

Minuto 20:00 Rectificador trifásico media onda

Minuto 43:00 Rectificador de onda completa

Minuto 1:12:00 convertidor de 12 pulsos

- 1:12:50 pq se recomienda usar en alta potencia (comienza en el armónico en 11avo lo q hace mas fácil de eliminar y C mas chicos pq f es mas alta)

Minuto 1:13:30 Rectificador Dual

Minuto 1:15:00 por ahí con y sin corriente circulante

- 1:15:59 pulso extra para cerrar circuito en la parte de abajo
- **1:19:17 Grafica de condiciones para inversores y rectificadores importante**
- 1er cuadrante uso 1er convertidor (modo rectificador) con un ángulo de 0 a $\pi/2$ y la carga consume corriente y tensión positiva
- 2do cuadrante uso 2do convertidor (modo inversor) de $\pi/2$ a π tensión positiva y la carga da corriente y la carga es la q genera la polaridad
- 3er cuadrante uso 2do convertidor (modo rectificador) entre 0 y $\pi/2$ ver bien anteriores videos v negativa e i negativa (potencia positiva por eso rectificador)
- 4to cuadrante uso 1er convertidor (modo inversor) entre $\pi/2$ y π v positiva y i negativa
- Cuando $v \cdot i$ es negativa es inversor porq da potencia no recibe y viceversa
- 1:25:00 corriente minima necesaria para mantener en convertidor 2 en funcionamiento sin necesidad de de apagarlo para evitar tiempos muertos y lo mismo para stan by para el convertidor 1 (para lograr esto se cambia el ángulo de conduccion)
- 1:29:00 Analisis para distintas cargas en como siga la tensión al cos o $1 + \cos/2$
- Cuando la carga es regenerativa sigue al forma cosenoidal

Video 9 Revertir

Minuto 00:00 Ejemplo rectificador semi controlado

Minuto 15:00 Trenes de pulsos porque usamos trafo por masa flotante porque el tiristor esta flotante

- 24:00 Si esta mucho tiempo cerrado el trafo se puede saturar y es muy probable q el primer pulso lo dispare

Minuto 19:00 Como hacer generador de i cte y circuitos de control

Minuto 36:00 Para ancho de pulso ver la carga

- Analizar cuando la pendiente de la carga alcanza la i de enganche y en abse a eso elegir el ancho del pulso

Minuto 41:00 Convertidor AC/AC

- Cambiar frecuencia y menor a la red y hasta 1/3 de la misma
- Tensión menor a la de la entrada
- Se usan dos convertidores para lograrla el ac/ac uno de ac/dc y otro en serie de dc/ac
- 44:56 Triac no se suele usar en potencia por tendenci al autocebado y baja dv/dt ?
- 45:00 regulacion de ciclo completo (utilizo algunos ciclo si y otros no pero de una carga con una cte de carga lento)

- 49:00 Control por fase por dos tiristores y cambia la fase de onda y por ende cambia potencia carga r y RL
- 52:00 angulo entre ϕ_i y ϕ_o por la carga inductiva retrasa la i minima de cebado del scr
- 55:00 trifasico control de fase tres casos para alfa conexión estrella
- 1:02:00 cicloconvertidores: reconstruye forma de onda y frecuencia a partir de una onda de frec mayor

Video 10 Fuentes Conmutadas

Minuto 00:00 Esta clase se ve Modelo Reductor(buck)

- Una fuente conmutada es un convertidor de dc/dc
- Aislacion Galvanica(esa vemos esta clase)
- Modelos básicos: Reductor(buck), elevador(boost), Elevador/Reductor(buck-boost)

Minuto 3:17 Convertidor no aislado (para buck y boost y buck-boost)

- tiene conmutadores activos(llaves) y pasivos(diodos), los componentes para buck y boost son lo mismo solo cambia su posición

Minuto 7:00 Convertidor aislado (para buck y boost y buck-boost)

- Unidireccional o bidireccional ver clasificación

Minuto 10:00 Conceptos generales

- Principio del inductor $V_L = L \cdot di/dt$
- 17:00 Componentes solo conservativos en la línea de potencia
- 18:00 Analisis de buck
- 22:02 se pone diodo porq sino alta pendiente en L y por ende alto voltaje y puede llegar a destruir el circuito
- Un inductor puede ver discontinuidad de v pero no de i
- 32:00 analisis para dos casos de D
- 34:00 ciclo de magnetización
- 35:30 el área de v influye proporcionalmente sobre el ciclo de magnetización
- 37:42 La energía almacenada en un inductor es integral de H por derivada de B
- La frecuencia tiene q ver sobre las propiedades de almacenamiento de energía del inductor si $D=0,5$ para una f del doble el recorrido será la mitad(36:06)
- 41:06 diferencia entre fuente lineal y conmutada(una disipa y la otra acumula la energía para reutilizarla)
- 46:20 entre el c y la carga la carga no ve los efectos de la conmutación y solo ve a IL continua (gran detalle estratégico)
- 50:00 calculo de L y C(55:59, requiere saber riple de tension)
- 59:00 la tensión y corriente asumen distintos valores porq esta en lazo abierto
- 1:02:00 principio del inductor y capacitor q vamos a usar(integral igual a cero) Revenir de aca en adelante

- 1:04:00 la R q hace tocar el cero a la corriente IL - se llama R critica pasando ese valor la pendiente de crecimiento cambia pero no la de decrecimiento
- 1:06:00 Antes de la resistencia critica se da el caso de CCM(modos de conducción continuo de la corriente) y después de r critica se da el DCM(modos de conducción discontinuo de la corriente)
- 1:09:00 explicacion de ccm y dcm, en dcm la v de salida aumenta porq el área para q se mantenga se estira hacia abajo(no es una fuente elevadora de tensión solo aumenta la V_o)
- 1:12:30 Limite donde CCM y DCM son iguales($IL = \Delta IL/2$)
- 1:14:00 Calculo de $K_{critico}$ para la frontera($K=1-D$)
- 1:16:00 Grafica de frontera para distintos K , con $K>1$ siempre CCM
- 1:18:35 D hace variar en un rango de funcionamiento y para trabajar independiente de D escojo un $K>1$
- 1:21:00 Nueva relación para DCM
- 1:25:40 Calculos importantes, solo uso valor positivo porque no existe D negativo
- 1:32:00 $M(D,K)$ (Este es para DCM)(ver q es) (hay un $M(D)$ para CCM)

Video 11 Fuentes Conmutadas ver últimos 5 minutos del video

Minuto 7:55 Circuito Boost

Minuto 26:50 El i del inductor crece exponencialmente con respecto a la relación de tensiones(no a la i de la carga)

Minuto 28:12 No superar B_{max} porque satura L y es un corto en buck eso no es problema pero en boost es un corto a masa y es peligroso

Minuto 31:25 calculo del inductor y capacitor(el inductor se calcula de la misma manera) el capacitor no porque ahora entrega energía a la carga en vez de absorber las variaciones de corriente

Minuto 40:05 Cambia la pendiente del toff y no la del ton, en buck eso era al reves

Minuto 44:40 $M(d)$ para ccm y dcm

Minuto 53:30 limita ciclo de trabajo a 0.8 de elevadora caso ideal vs real

Minuto 55:00 mas o menos fuente buck-boost

- 58:30 calculo LC
- 59:50 Analisis dcm
- 1:06:00 valido hasta 0.8

Video 12

Minuto 02:35 Ejemplo

- Si $K=1-D$ es la frontera entre dcm y ccm creo
- 4:00 Se asigna un 25% a L mas para asegurar func en ccm
- 9:35 en base al ripple puedo calcular r_c

Minuto 10:30 Ejemplo Boost

- Problemas de electrónica de potencia libro solo de ejercicios, y otro llamado Erickson para nose q cosa(en la uv)

Minuto 37:00 Fuente Conmutadas Aisladas(Parte 2)

- Modelo real e ideal(nosotros usamos un modelo intermedio, inductancia de magnetización a circuito abierto)
- 41:00 ciclo de histéresis(caso ideal sigue una linea)
- 46:00 Bloques del sistema
- Ventaja de que puede tener multiples salidas la fuente aislada
- Exitacion del nucleo unidireccional(un cuadrante) o bidireccional(dos cuadrantes 1 y 3), ver pdf para saber cuales fuentes son en cada nucleo(min 48:00)
- 49:00 modelo flybak(derivadao del buck-boost) utiliza el de un nucleo
- 54:00 explicacion cirucito fyback
- 55:04 llave abajo pq es mas fácil driver si fuera arriba seria driver flotante
- 59:00 que pasa en el flyback con el delta i_L e i_L
- 1:08:00 Conduccion continua ton
- 1:10:48 H va a ser la sumatoria de las i de los n secundarios
- 1:14:33 en negro los de ccm en verde dcm
- Transistor diseñado para el doble de V_{in} ?
- 1:15:32 Inductacias de dispersinon hacen sobrepico al principio de la onda
- 1:18:00 circuito mas seguro(recomendado para aplicaciones de medicina etc)
- 1:19:20 Ejemplo flyback

Video 13 Convertirdor Forward

Minuto 00:51 Convertidor Forward

- Parte del buck
- 2:34 modificacion que se hace para convertir de buck a forward
- 7:00(por ahi) i de magnetización mas la q va al secundario y comparación con la i de la L del buck
- 10:30 Tienen un circuito de desmagnetización para evitar saturación
- Cuando no llega a cero en la grafica de H y B , estamos en ccm el L del forwad es igual que la de buck
- 15:00 Se asigna un tiempo para asegurar la desmagnetizacion
- 16:30 caso ideal, cuanto mas chica la i de magnetización mas ideal el caso
- Que se apague el Diodo
- 18:00 si no descarga la i de magnetización se genera un offset y se suma a ese offset
- 21:20 llave cerrada, tensión primario es $V_{in} \cdot D \cdot T$
- 21:50 Cuando esta abierto(ver a partir de este minuto)
- 23:00 Significa que si se mantiene la relación el circuito se desmagnetiza, mayor a 0,5 no se asegura la desmagnetizacion

- 34:00(33:00 por ahí) Se selecciona una punta con la capacidad minima pq sino puede destruir el transistor
- 37:00 Ejemplo
- 44:46 Ejemplo Forward
- 1:00:00 Excitación del núcleo bidireccional
- Forward y flyback unidireccional
- Pasando los 300w se recomienda bidireccional mas potencia por trabajar en dos cuadrantes

Minuto 1:02:40 push pull(uno de los TRES bidireccional)

- 1:04:34 Ciclo de trabajo necesario de q_1 y genera simétricamente el ciclo de trabajo de q_2 , no debe haber solapamiento, p/q_1 es desde 0 hasta 0,5 sin incluir 0,5
- 1:07:30 es necesario que la excursión sea simétrica
- 1:10:00(1:10:40) No importa lo que entra en el transistor sino lo que sale por eso la condición no está asegurada para la simetría
- 1:10:40 Simetría: Todos converjan al mismo objetivo
- 1:13:00 Manera de bobinar para simetría
- 1:23:00 ciclo de t_{on} y t_{off} en la gráfica h-b del trafo y del inductor
- 1:24:00 la f_q ve el inductor es el doble de los transistores y esa es la f de la fuente
- Variante del circuito forward bidireccional o o buck bidireccional creo fijar últimos minutos

Video 14 Convertidor push-pull(deriva del buck)

- 0:44 la tensión que ven los transistores es similar a la vista en el flyback y forward la desventaja es la simetría en los ciclos de magnetización(2:00) debido a un offset entre otras cosas(te das cuenta porq uno levanta mas temperatura que el otro)
- 3:47 Solución a la asimetría es cambiar topología(la 1ra parte), tomo el secundario del trafo y pongo un capacitor(5:00), para que funcione la caída de tensión en el capacitor tiene q ser bajo por lo cual la X_c debe ser menor que la V en el trafo(primario creo)
- 8:20 circuito half bridge(para el punto anterior), ventajas con respecto al push-pull es que en la entrada evito poner transistores con el mismo tiempo de conmutación para evitar asimetría y no tengo q diseñarlo bien estrictamente al primario del trafo y si C_1 y C_2 no son igual C_3 (el C_q sea agregar) compensa esa asimetría, 13:00 calculo de C_3 , C_1 y C_2 (orden los u_f) y C_3 (orden de los n_f pro valores chicos de tiempo)
- 20:25 relación de conversión para ccm, circuito utilizada en fuentes de pc, circuito hasta 500 W, para mas potencia agrego otros dos transistores(23:00)
- 24:25 ej de puente completo puedo generar todas las formas de onda y relación de estado estacionario(28:30)
- 39:21 Modelización de fuentes conmutadas

- 39:47 Para sistemas de control necesito modelo dinamico en vez de $M(d)$ (ccm) y $M(d,k)$ (dcm)
- 43:15 dos caminos tiempo y frecuencia(hay otras como lugar de raíces pero nosotros usamos rta en frecuencia)
- 44:50 la fuente no es un sist lti sino es variante en el tiempo pq para Ton tengo una ec característica y para Toff tengo otra ec características, se utiliza variables de estado, utilizo técnica de promediacion para llevar de variante en el tiempo a lti
- 47:11 luego de tener la ec de Ton y Toff hago la promediacion, hasta $1/5$ de frec de conmutacion esto es valido
- 50:00 Cuando se utiliza una ec de salida, cuando la variable de salida no es ninguna variable de estado, luego hago lineal, estado estacionario $x_{punto}=0$
- 55:25 Analisis en el dominio de la frecuencia
- 56:19 Ec q vale para cualquier fuente conmutada
- 57:00 Func de transferencia de forward, condiciones para que sea una variable de estado(continuas(por condición de control),medibles(no es estricto pero mejor)), tantas variables de estado como componentes CONSERVATIVOS tenga, en este caso mis variables de estado son I_L y V_C , en este caso la ec de salida es requerida porque el capacitor es real(tiene una r en serie q es su perdida)
- 1:03:00 incluyo las perdidas de L y C para saber si influyen en la dinámica de la fuente
- 1:10:20 lugar de raíces
- 1:12:11 flyback mismos pasos(un cero a la izquierda y otro a la derecha), un cero a la derecha significa fase no minima esto significa q el sistema de fase no minima baja la tensión y luego la sirve, tengo q ignorar esto de alguna forma por lo cual el sistema es mas lento
- 1:19:00 buck, boost y buck-boost

Video 15 Inversores

- 0:40 Clasificación
- 1:05 La diferencia entre monofásico y trifásico de los vsi es en la técnica de modulación
- 7:43 Distorsión armónica ponderada, muy utilizada en inversores
- 8:22 Armónica de menor orden, se toma como armónico valido a la salida al armonico q contenga el 3% del primer armonico
- 9:35 Dos formas de definir un inversor, una va a ser en base al hardware y otra en base a la modulación en los transistores, el hardware q nosotros vamos a utilizar es el puente completo(11:20)
- 12:35 Circuito de inversor monofásico puente completo, según como conmutemos va a ser lo que tengamos a la salida, si yo distribuyo la conmutación para el cero por lado superior e inferior distribuyo la potencia para evitar sobrecalentamiento
- 18:02 Carga RL con inversor monofásico puente completo, la forma de lograr cero en este caso es con cortocircuito en la carga porque sino se invierte la polaridad debido a la carga y los diodos de corrida libre, esto me permite modular
- 23:41 si quiero aislar no me conviene utilizar trafo de aislación por la forma de onda ya que el trafo va a trabajar a la frecuencia de diseño, una forma es

- reemplazar un pulso por varios pulsos, evito saturación, además el volumen del núcleo de un trafo se puede mejorar con el aumento de frecuencia(25:00)
- 30:59 Con medio puente no se puede generar los ceros por eso en la fuente conmutada que hacemos no usamos esta técnica, la mayoría de inversores utiliza puente completo, fuentes conmutadas de determinada potencia para arriba utiliza puente completo
 - 32:33 Queda aca
 - 36:10 modulación de pulso de mando
 - 37:30 spwm porq se modula con senoidal y con anchos distintos de pulso
 - 41:20 metodo q mejora el spwm y sigue explicando otros métodos
 - 54:00 armónicos de motor lo mas chico posible pq pueden generar pares negativos
 - 1:02:11 empieza a explicar el spwm, se compara una con la otra y obtengo la señal modulada(método unipolar 1:04:00), después viene la bipolar estructura parecida a la am armónicos lejos a los 50 hz
 - 1:07:00 índice de modulación y conceptos, el índice tiene q dar entero y mejor si es impar pq es fácil de implementar pq los cruces por ceros de la triangular con la senoidal coinciden y mayor q 9
 - 1:19:20 con sobremodulación mayor amplitud en 1er armónico y dps explica unipolar, la unipolar se prefiere sobre la bipolar pq el set de armónico está más alejado en la unipolar y pq se parece mas a una sinusoidal
 - 1:25:00 introducción a inversores trifásicos
 - 1:28:00 un pulso por ciclo(cada 60 grados se dispara conduce 180 grados), método q no se usa mas, baja distorsión armónica total(1:33:00)
 - 1:39:00 pwm trifásico una sola portadora y tres sinusoidales conectados en triangulo unipolar en estrella es bipolar, no está el tercer armónico lo cual hace mas sencillo filtrar

Video 16 Inversores Aplicaciones

- 8:55 Tensión de Vbus por 2/3(conexión estrella creó), sobremodulo para recuperar amplitud pero aumenta los set de armónicos con spwm
- 15:00 Para mejorar esto utilizo un 3er armónico en modo común en la señal de referencia de cada fase, no afecta a la fundamental de salida debido a q las tensiones se cancelan en la fase, la amplitud de V3 es 1/6 e índice entre 0 y 1.15 y mejoro bastante la forma
- 25:40 Técnica SVM o SVPWM aprovecha mejor el bus de continua como el THDPWM pero con una ventaja, que se puede implementar en DSP
- 30:00 Vector Rotativo(principio básico para motores) y es lo que intenta hacer esta técnica
- 33:35 circuito básico para generar el vector rotativo, combinaciones lógicas(35:00)
- 38:46 para achicar vector utilizo duty de fuente buck generado con v1 y el ciclo de trabajo para generar el vector y lo mismo para v2 y duty 2 y con estas dos manejo la primera sección, es decir con $d1 \cdot v1$ y $v2 \cdot d2$ genero el vector para el sector 1, con 8 conmutaciones puedo generar Vs
- 44:00 mínima cantidad de conmutaciones depende de cual de los ceros me genere la mínima cantidad de conmutaciones
- 46:00 carga RL carga inductiva necesaria para la conmutación como en las fuentes conmutadas
- 47:00 trigonometría para los vectores para saber d1 y d2

- 55:17 Diagrama en bloques: Pasos para calcular d_1 y d_2 y generar secuencia el microcontrolador queda aca
- 58:41 Algoritmo para investigar donde estaría según como entre el valor y angulo de amplitud
- 59:32 sintetizar la frecuencia
- 1:08:00 modifíco el vector instantáneamente cosa q con spwm no puedo hacer
- 1:09:03 inversor trifásico de 4 etapas (para mover neutro cuando la carga no es balanceada)
- 1:11:07 inversores de multinivel
- 1:14:32 para enviar grandes cantidades de energía conviene cc?
- 1:16:00 mientras más transistores cada uno ve menos voltaje

Video 17 Aplicaciones de la materia

- 1:40 Motor de DC aplicación en esta clase
- 2:35 Iman permanente o rotor bobinado(diagrama en bloques explicando motor , drivers, etc)
- 5:54 Modelo de motor primero en lazo abierto, análisis en frecuencia y en el tiempo
- 7:35 Motor de DC
- 10:55 el flujo de campo permanece ortogonal con el flujo de la armadura
- 11:25 Modelo temporal
- 17:00 Ecuaciones básicas del modelo temporal
- 28:35 cte eléctrica del motor, luego defino tensión nominal, luego torque máximo o torque de cortocircuito
- 30:23 ec para torque mecanico q vamos a tener en cuenta, dos momentos de inercia(con carga y sin carga), conviene modelizar con la carga fija
- 34:56 Motor se comporta como un sistema de 2do orden y tener en cuenta ctes del motor, luego diagrama en bloque(Laplace)
- 36:46 modelo Laplace, utilizo Laplace para control y modelo en el tiempo para electrónica de potencia
- 41:53 como una cte es mucho mas chica q otra puedo bajar de 2do orden a 1er orden
- 44:06 analizo despreciando la cte de tiempo eléctrica y mido la variación de velocidad
- 45:00 la cte de tiempo eléctrica esta relacionada con al corriente, k_t y k_e son proporcionales al flujo de campo (el flujo creo q esta metido dentro de las ctes)
- 47:15 Motor dc controlado por flujo de campo
- 51:00 b siempre tiene un valor minimo porq si achico el flujo ϕ la velocidad del motor tiende a infinito
- 54:05 variación del lugar de raíces variando b , el motor no tiene polos en el origen
- 56:16 control por tensión de armadura en estado estacionario, valor de derivada del torque relacionado con al resistencia de la armadura
- 59:10 resumen de que modificar para variar par o velocidad, si achico flujo ϕ para agrandar b aumenta la velocidad pero disminuye el torque por lo cual puedo aumentar b achicando el flujo ϕ mientras el torque sea el adecuado para mover la carga
- 1:04:00 control por armadura y campo combinados

- 1:06:30 simulink motor análisis
- 1:28:22 la cte eléctrica alcanza su valor máximo al principio luego con v cte veo cuando la velocidad alcanza su valor nominal, el torque electromotriz se ajusta al torque de carga
- 1:32:00 bajo la v de alimentación pero el torque electromotriz se vuelve a ajustar al torque de carga, si el torque de carga disminuye la velocidad aumenta(en lazo abierto la variable es la velocidad) por eso tengo q hacer un controlador
- 1:37:50 tener suficiente torque electromotriz para las variaciones de la carga, debería tener control sobre el torque o corriente para limitar, pico de corriente en el inicio, eso me posibilita poner transistores de menos amper(mas barato)
- 1:45:00 ver comportamiento dinámico y costos

Video 18 Aplicaciones de la materia

- 00:00 Analisis de motor de dc en lazo abierto, azul torque electromotriz, amarillo torque de carga
- 9:00 repaso de svpwm
- 10:20 simulacion para comparar svpwm con spwm con thipwm, compara entre las tres y repasa cosas que ya dijo(en thipwm hay que sobre modular multiplica por 1.15 aumenta un 15 % el índice de modulación del primer armonico sin agregado de armónicos alrededor de la fundamental)
- 18:00 ventaja del svpwm sobre thipwm(control sobre donde ir poniendo el vector, definir amplitud del vector, levantar la frecuencia), respecto de la aplicación y aprovechar al máximo los dos por igual
- 19:22 frenado de motores, dos tipos de frenados: el dinámico (disipativo, en una resistencia etc) y el regenerativo (se aprovecha)
- 21:50 Frenado dinamico(disipativo) mientras que el freno mecanico es de emergencia, hay una velocidad critica cuando es inferior donde el torque de freno ya no es efectivo y se usa el frenado mecanico
- 27:52 Frenado regenerativo
- 37:00 q1(cuadrante 1) para funcionar q2 para frenar(cuadrante 2), en q1 es una buck y en q2 es un boost, en frenado tomo energía del motor y lo entrego al capacitor, al valor de tensión de q carga el capacitor se le suma un delta v cuando conmuta la llave
- 52:01 lo mismo pero por alterna aunque se esta dejando de utilizar
- 53:55 Controlador de potencia del motor, 4 cuadrantes de operación
- 55:30 operación en un cuadrante(aplican todos los conceptos de buck), el detalle que el delta il no esta en el cap porq no hay sino que es la i de armadura
- 1:00:16 voy a tener un ripple de torque que puede ser una solución o un problema dependiendo del caso, es bueno cuando esta arrancando el motor, si utilizo una frecuencia baja hay un gran ripple y en estado estacionario uso una f alta para ripple pequeño
- 1:04:49 unipolar y bipolar valor de k en la formula de corriente de armadura(demostración anexo final), la variable de ajuste es la frecuencia fs
- 1:08:30 ripple para 1khz y 10 khz
- 1:11:42 ripple cambiando tensión, hay offset y el ripple se incrementa proporcionalmente

- 1:12:50 operación en dos cuadrantes(aprovecho al máximo la batería con freno regenerativo), puedo detener el motor con par y que el motor no se pueda mover
- 1:18:00 si supera un valor determinado de v activo frenado disipativo
- 1:24:00 operación de cuatro cuadrantes misma lógica que inversores
- 1:26:00 bipolar no genera frenado regenerativo
- 1:27:20 ripple de torque
- 1:30:00 control lazo cascada(sus componentes no tienen igual comportamiento temporal)
- 1:34:00 primero controlo la corriente por pico para dimensionar bien transistores, si pasa de ripple a línea puede ser una cte y pasa a ser un bloque en Laplace?
- 1:36:30 como seria el controlador del motor(PI), el cero se va a ir moviendo
- 1:40:30 Ejemplo
- 1:45:00 generar la ganancia proporcional e integral
- 1:48:20 tope para integral para que no se des controle(algoritmo anti-windup se utiliza en los controladores pi)
- 1:51:20 genero tiempo muerto de modo que el motor no lo detecte
- 1:54:33 problema 8.8 y 8.9 ver conceptos conceptuales

Video 19

- 0:00 Motores AC (dice que el análisis primero va a ser general y básico y después ahonda en las particularidades de potencia de cada uno)
- 5 aproximación al análisis dinámico (uno viejo que no se usa)
- 10 kron vinculo el rotor y el estator en distintos marcos de referencia (para hacer el análisis matemático del motor)
- 12 sigue hablando de mas viejos que hacían modelos de motor ac
- 19:50 Habla de la fuerza electromotriz, la distribución es aprox un coseno (despreciando las armónicas) y llega a la fuerza em del estator
- 24:40 muestra la distribución del bobinado del estator (concentrada en un sentido y distribuida en el resto)
- 34 En una maquina ac a las corrientes las tengo que analizar como un producto vectorial porque interactúan entre sí
- 40: ecuaciones principales en la ec de torque el primer termino es el electromotriz y el que se resta es el de carga
- 43:36 modelo de motor de inducción
- 51 dice que no nos va a a tomar el desarrollo y la simplificación del producto vectorial
- 52 si cambio la frecuencia del rotor me cambia la del estator
- 53 grafico torque/deslizamiento en el 1er cuad trabaja coo motor y el 3ro como freno. Voy a estar en el 1ro cuando el deslizamiento este entre 0 y 1 (cuando w_1 sea mayor que w_m),
- 1:00:10 parametros de rendimiento, en este caso tmb tenemos la potencia en el entrehierro, que es con la velocidad que tenemos en el campo del estator. Concluye que el rendimiento del motor va a ser mayor cuando s tienda a 0
- 1:03 modelo estacionario. Test sin carga para medir la inductancia mutua. Y test de rotor bloqueado.

- 1:15 variacion de velocidad, motor de inducción. Puedo variar la velocidad, el deslizamiento, o los polos. Si cambio la tensión me cambia la curva de deslizamiento, pero si cambia la carga me cambia todo.
- 1:19 Método de variación de velocidad síncrona
- 1:22 hace análisis de B/H bajando la frecuencia sin bajar la tensión, pero para mantener el flujo hay que bajarla
- Si quiero aumentar la velocidad lo puedo hacer pero el par cae, por lo que se debilita el campo. El rango de frec del inversor seria menor a 5Hz y mayor que 100 Hz. Como conclusión si queremos controlar una maquina de ac tenemos que variar la frecuencia del inversor

Video 20: MOTORES AC parte 2 y UPS

- 00 empieza con una simulación
- 5.55 Dos tipos de controles, escalar y vectorial
- 50: empieza a hablar del controlador
- 56 Brushless
- 1:07 empieza con UPS