"Power Electronics" by Mohan, Undeland & Robbins

sigue cap 10

Circuitos que usan todo el ciclo de histeresis del transformador.
6 circuitos distintos:
- 3 circuitos distintos del rpimario
- 2 circuitos distintos del secundario

—> se pueden combinar todos con todos —> 6 circuitos.

22.14 - Electrónica IV
22.28 - Electrónica de Potencia
Curso 2021

Flyback se carga con N1 y se descarga despues con N2. Pero nunca uso la otra parte del ciclo de histeresis.
En esta clase vemos los circuitos que usan todo el ciclo de histeresis del transformador.

Flyback usa mal el trafo porque lo usa como elemento almacenador. Si quiero transferir mucha energia tengo que almacenar temporalmente mucha energia en el transformador para luego usarla.

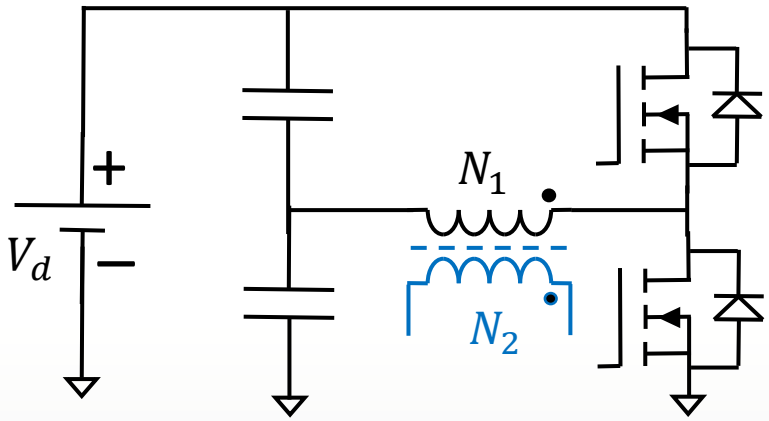
La forward no hace eso. Lo usa en el sentido tradicional.
Lmag se carga con energia hacia un lado (N1) y luego se descarga por N3, pero nunca use la parte de abajo del ciclo de histeresis.

Capítulo 10
Convertidores Directos
Half – Full Bridge
PushPull

Circuitos básicos

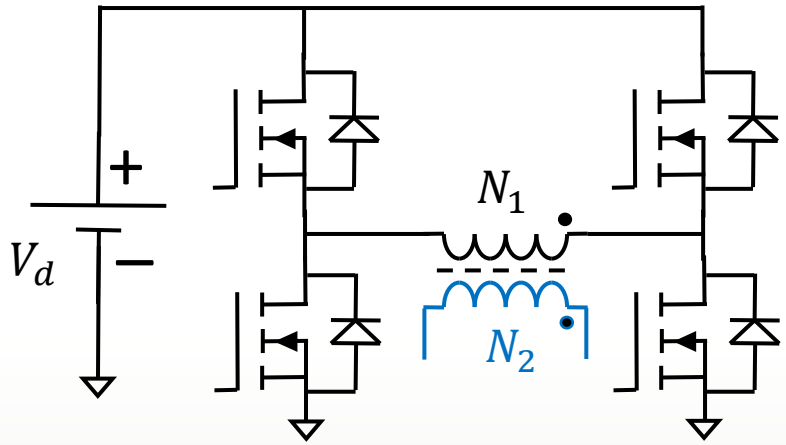
3 circuitos del primario: half bridge, full bridge & push pull (3 formas distintas de manejar N1)

Half Bridge

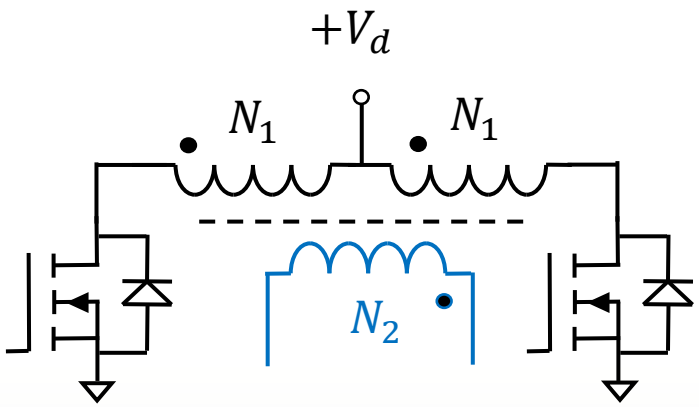


Full Bridge

puente H

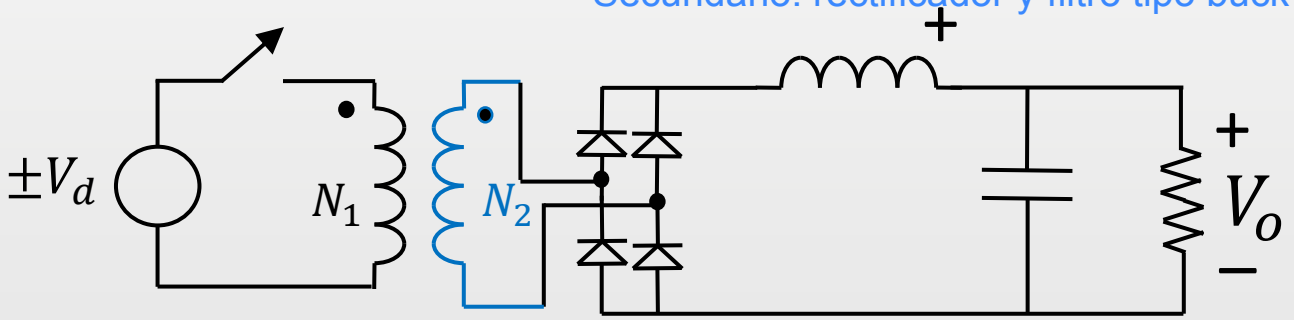


Push Pull



Usan todo el ciclo de hist y entonces no necesitan un extra para desmagnetizar dsps el nucleo. aL NUCLEO LE PUEDO SACAR MUCHA MAS P —> puedo hacer un convertidor con nucleo del mismo tamaño y aprox el doble de P efectiva. Flyback empiezan a tener problemas aprox dsps de los 50W.

Secundario: rectificador y filtro tipo buck



filtro pasabajos tipo buck

$$I_o > I_{omin}$$

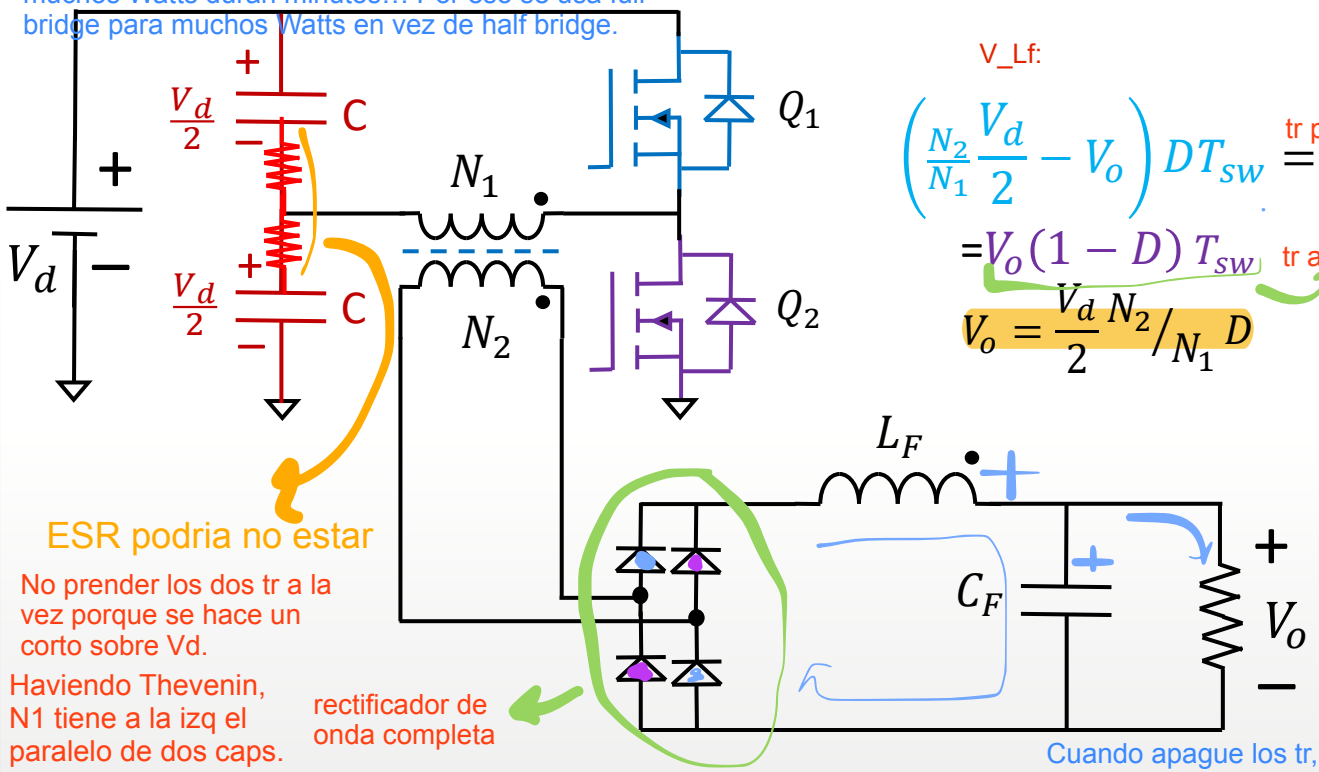
Pistas pensadas con la menor inductancia posible.

Lmag representa la energia en el nucleo. En una flyback la imag circula por momentos en el primario y por momentos en el secundario.

Half Bridge

Esos dos caps al calentar tienen poca vida util y con muchos Watts duran minutos… Por eso se usa full bridge para muchos Watts en vez de half bridge.

Utilizando el criterio para definir *D* basado en la inductancia de filtro (L_F)



ESR podria no estar

No prender los dos tr a la vez porque se hace un corto sobre Vd.

Haviendo Thevenin, N1 tiene a la izq el paralelo de dos caps.

rectificador de onda completa

V_Lf:

$$\left(\frac{N_2}{N_1}\frac{V_d}{2} - V_o\right) D T_{sw} = V_o(1-D)\,T_{sw}$$

tr prendidos

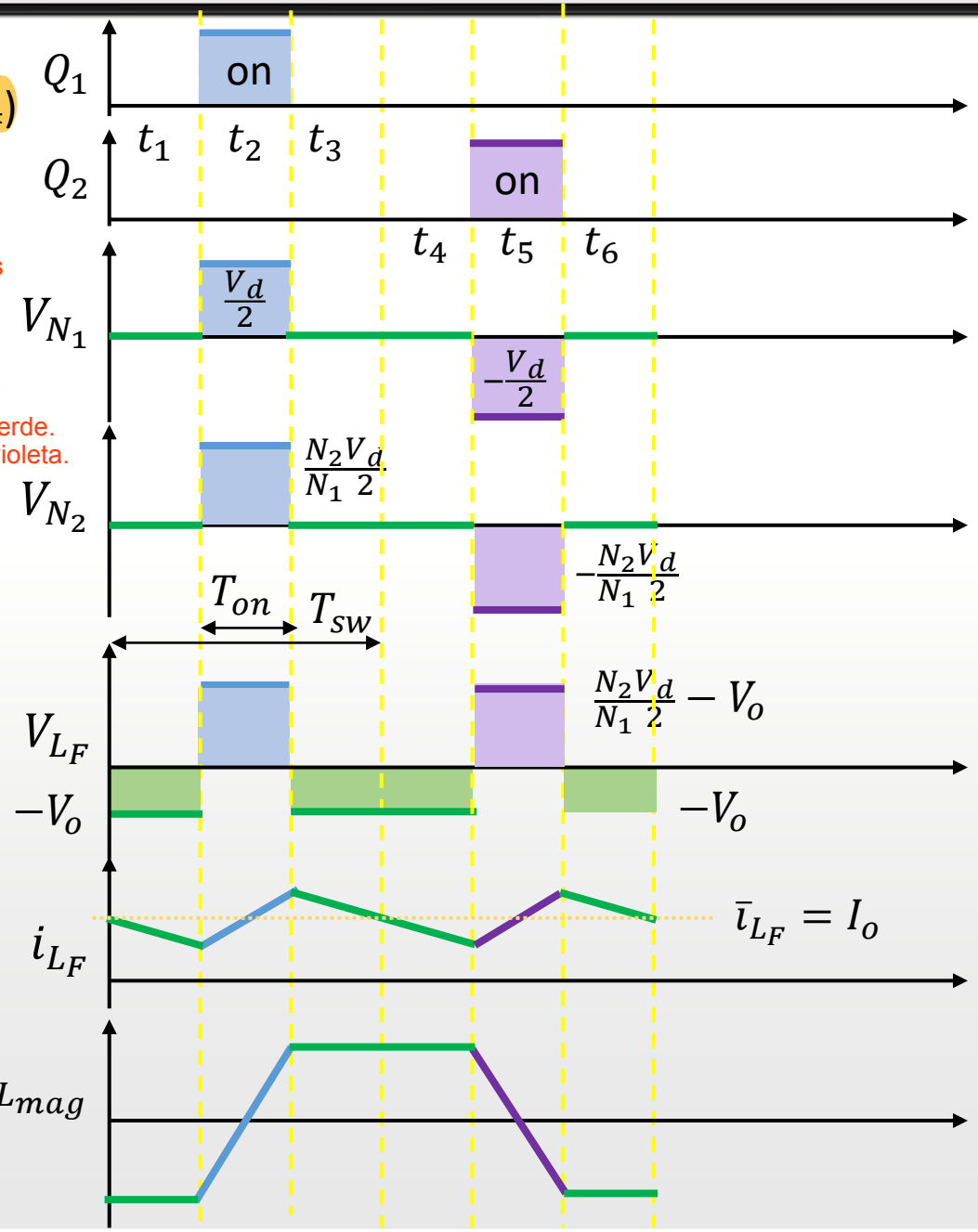
tr apagados

iba en verde. NO en violeta.

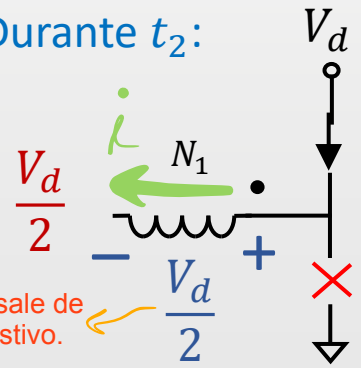
$$V_o = \frac{V_d}{2}\frac{N_2}{N_1}D$$

Cuando apague los tr, inductancia del filtro va a hacer que circulen todos los diodos. Carga cap, alimenta RL, y para eso tiene que poner Vo.

Los tr trabajan a la mitad de frec que LF y entonces para un dado riple de salida, los tr disipan la mitad de potencia.

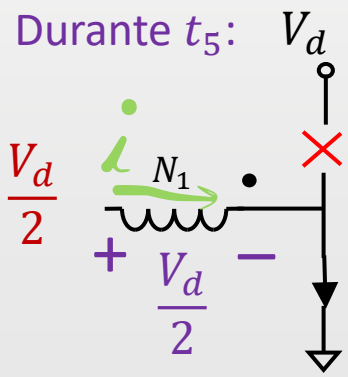


Durante t_2:



este valor sale de divisor resistivo.

Durante t_5:



HALF BRIDGE

Se basa en hacer un divisor capacitivo de la Vd. Si los dos caps son iguales, se obtendria Vd/2, porque se abra divisor con los capacitores. No se suele usar divisor capacitivo porque poner resistencias es mas facil y por eso se usa divisor resistivo.
Suponemos que los dos caps son tan grandes que su riple es despreciable.

Q1=on / Q2=off: i de der a izq en N1. Funcionan los diodos celestes del rectificador, con i en un sentido.

Q1=off / Q2=on: i de izq a der en N1. Funcionan los diodos violetas del rectificador, con i en el otro sentido.

Los caps se cargan en medio ciclo y se descargan en otro medio ciclo.

Lo que pasa en N1 NO es que cargo el nucleo y despues lo descargo. Los dos sentidos de i significan que en un momento lo cargo para un lado y despues lo cargo par el otro lado.

Cuando apago los 2 transistores: Lf (inductancia del filtro) hace que conduzcan todos los diodos.

Si Q1 y Q2 llegan a no ser exactamente iguales, mientras no conduzcan a la vez no pasa nada.

Full Bridge

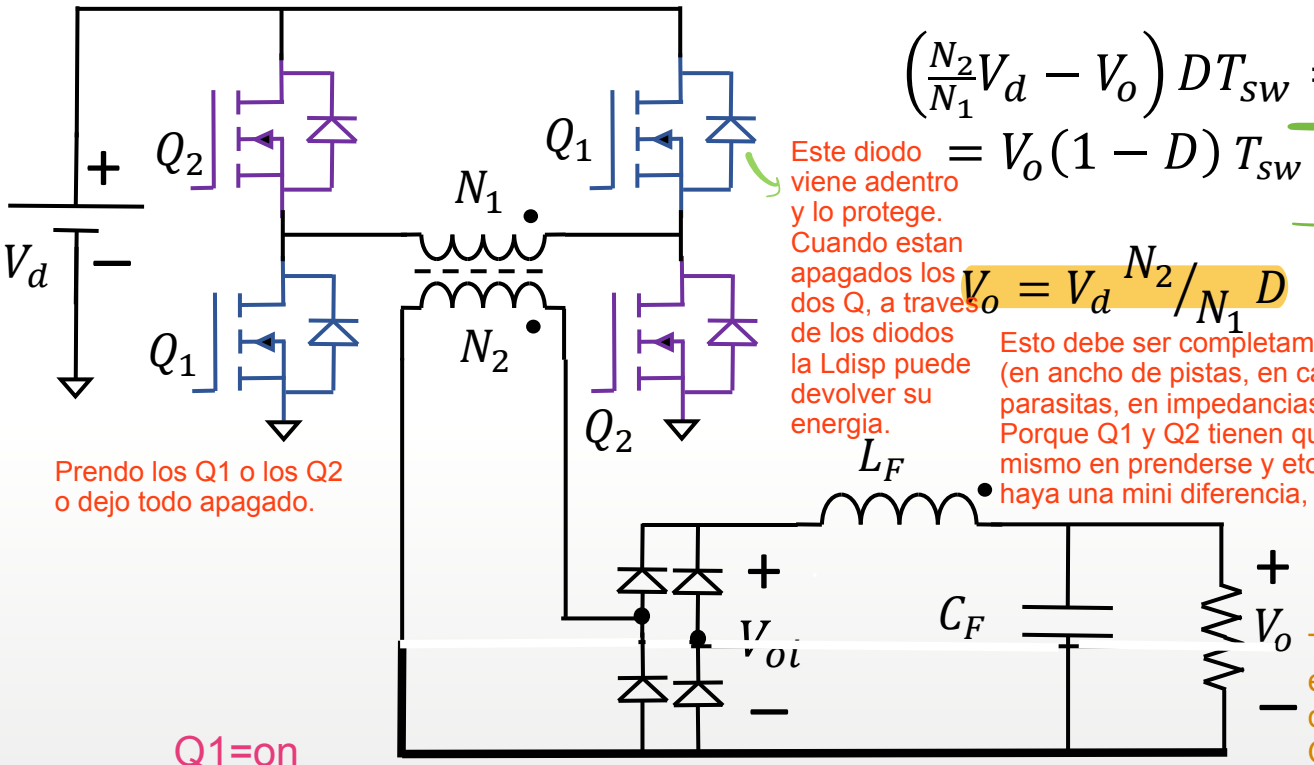
Utilizando el criterio para definir D basado en la inductancia de filtro (L_F)

$$\left(\frac{N_2}{N_1}V_d - V_o\right) D T_{sw} = V_o(1-D)\,T_{sw}$$

$$V_o = V_d \, {}^{N_2}/_{N_1} \, D$$

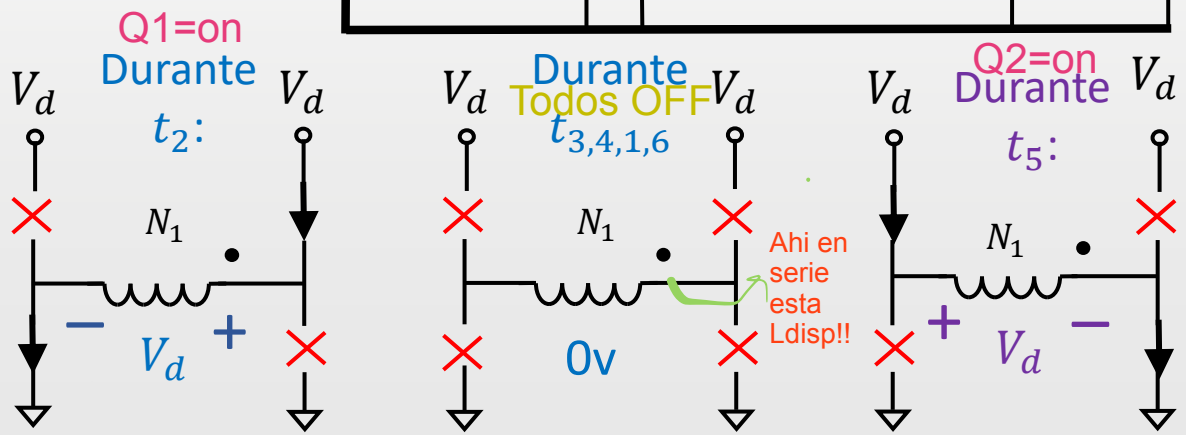
Este diodo viene adentro y lo protege. Cuando estan apagados los dos Q, a traves de los diodos la Ldisp puede devolver su energia.

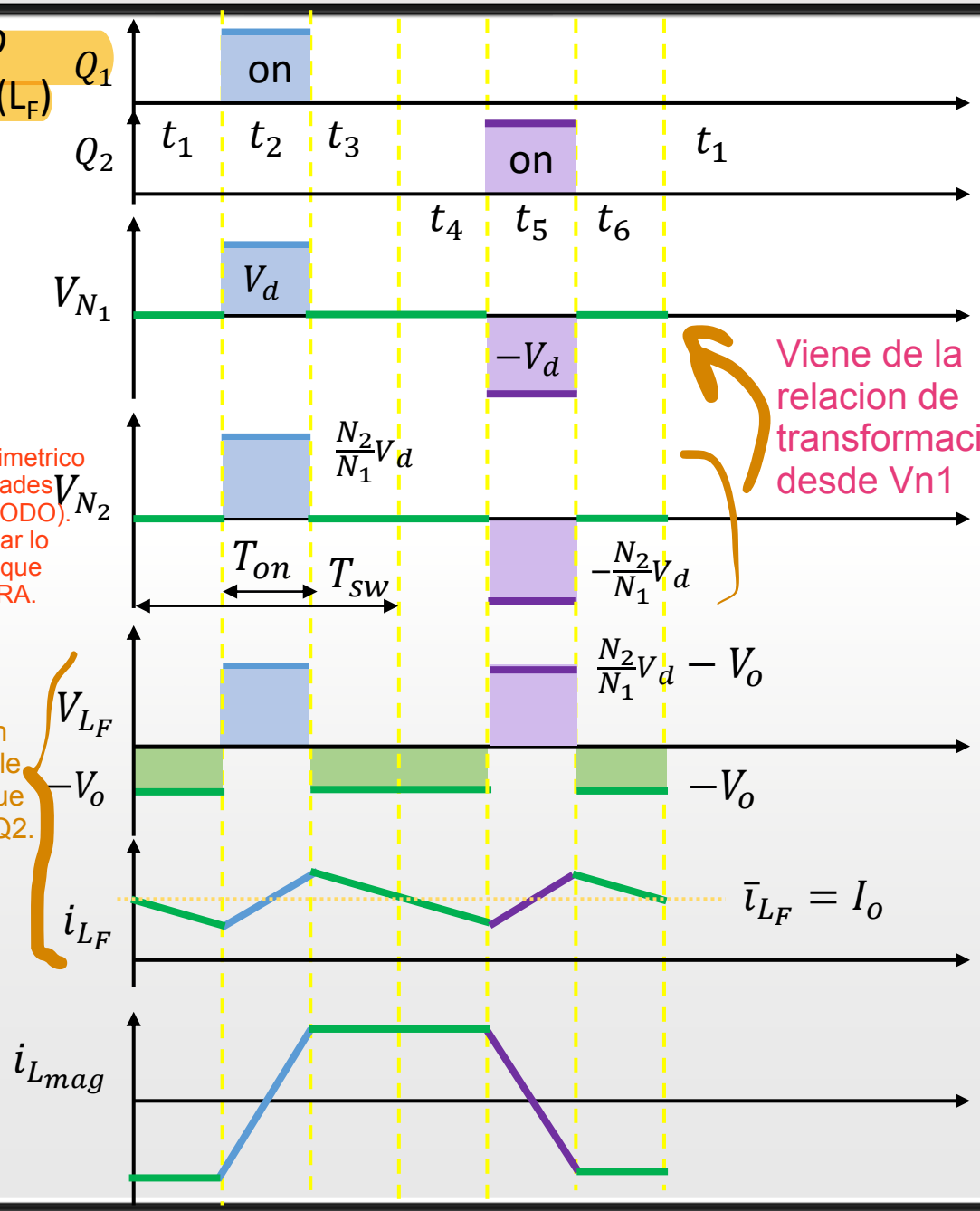
Esto debe ser completamente simetrico (en ancho de pistas, en capacidades parasitas, en impedancias, en TODO). Porque Q1 y Q2 tienen que tardar lo mismo en prenderse y etc. Con que haya una mini diferencia, SATURA.



Prendo los Q1 o los Q2 o dejo todo apagado.

Tienen el doble de f que Q1 y Q2.





Viene de la relacion de transformacion desde Vn1

FULL BRIDGE

Hay integrados con varios integrados iguales. No suele haber de 4, pero si de 6.

DESVENTAJA DE FULL BRIDGE respecto al half bridge:
- hay que poner 2 transistores mas, en lugar de 2 caps.
—> no se tienen que prender los 4 a la vez, pero tienen que poder prenderse de a dos en el momento adecuado.
—> importante que se prendan exactamente cuando se tienen q prender. Se prenden los dos Q1, los dos Q2, o estan los 4 apagados.
—> si uno no prende, deja de funcionar. Si uno prende cuando no debe, explota todo.

PROBLEMA DEL HALF BRIDGE:
La i que pasa por N1, pasa tambien por los capacitores.
—> i de riple en los caps.
—> El hecho de que pase i implica que se calienten los caps, porque tienen ESR.
—> los caps terminan durando poco… :(

Los caps de POTENCIA se especifican en i de riple! porque es mas importante eso que la V o los pF que valgan.

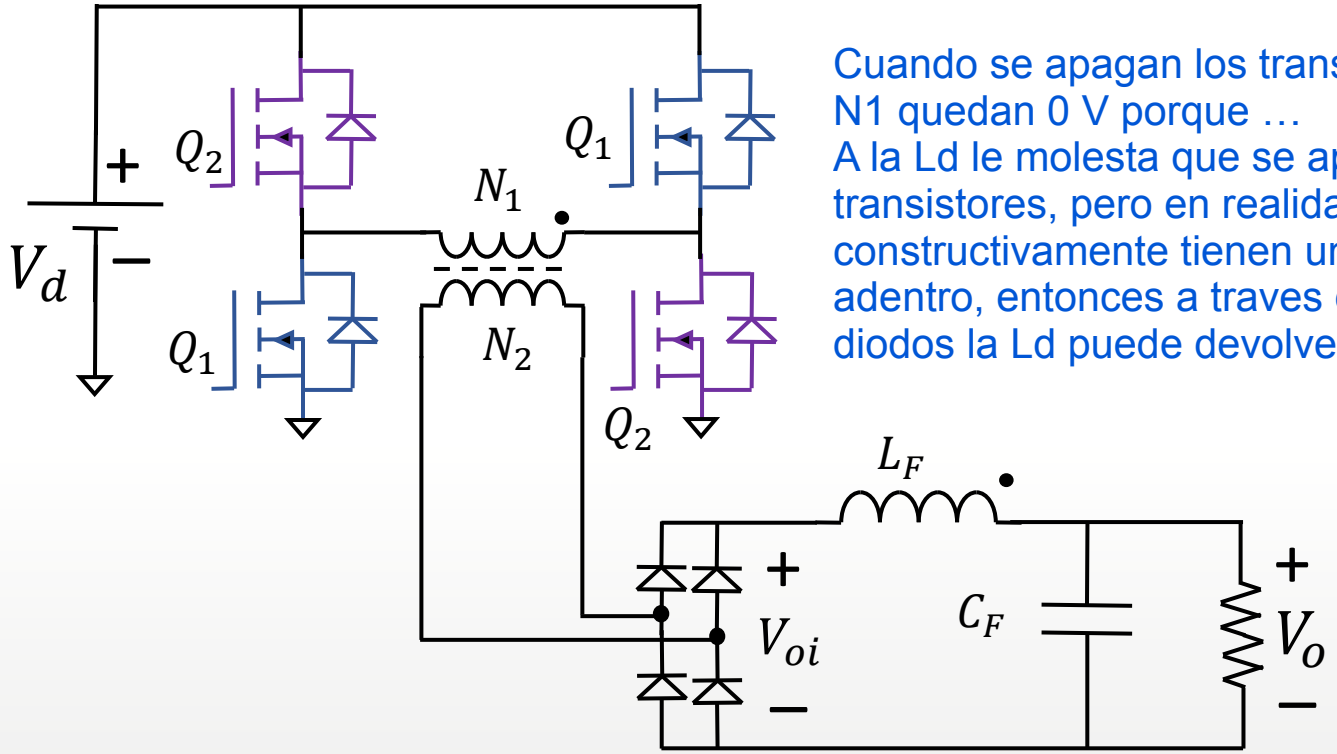
Ventaja de HALF y FULL bridge

i_Lf y V_Lf tienen el doble de f que Q1 y Q2 —> la buck de salida puede ser la mitad de grande o los transistores pueden disipar la mitad para obtener el mismo riple de salida.
Conviene menor riple de salida para que la salida sea “lo mas continua posible”

Otra diferencia entre HALF Y FULL: En half la Vo depende de Vd/2 y en full de Vd.

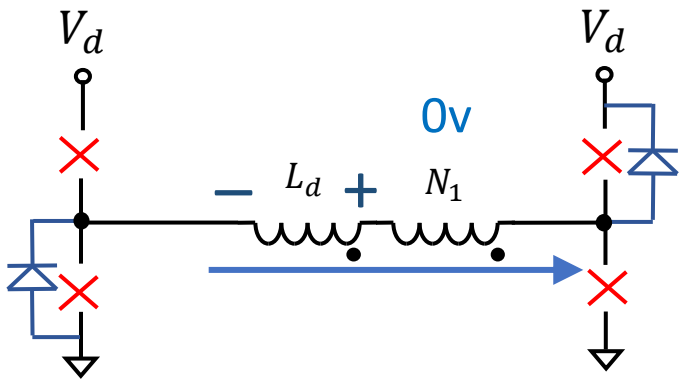
Full Bridge: efecto de Ld

TAREA: DIBUJAR en el circuito completo por donde se cierra, dibujando la iLd en el circuito completo y dibujar por donde se cierra por completo esa i.

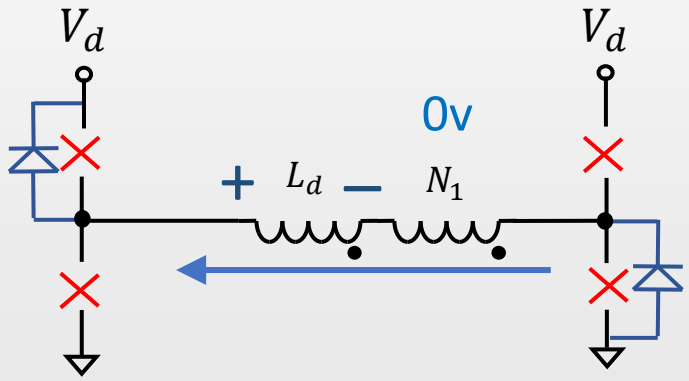


Cuando se apagan los transistores, en N1 quedan 0 V porque …
A la Ld le molesta que se apaguen los transistores, pero en realidad los mos, constructivamente tienen un diodo adentro, entonces a traves de esos diodos la Ld puede devolver su energia.

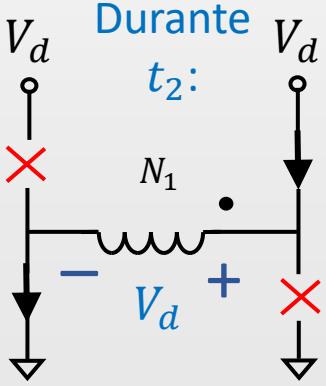
Durante $t_{6,1}$



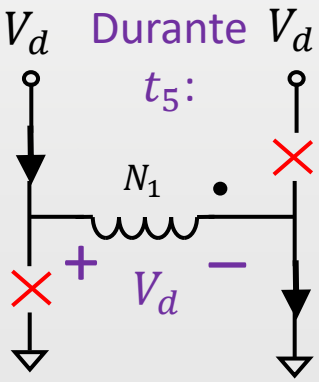
Durante $t_{3,4}$



Durante t_2:



Durante t_5:



Push Pull

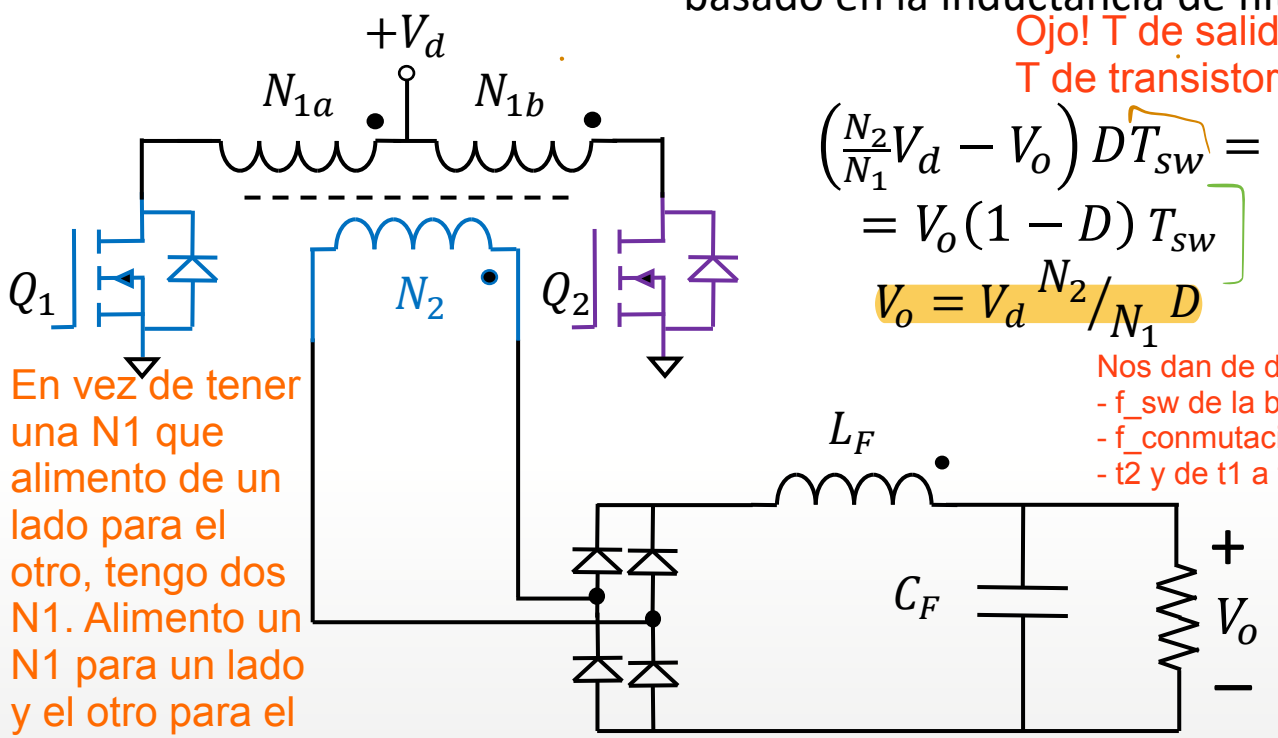
Utilizando el criterio para definir *D* basado en la inductancia de filtro (L_F)

Ojo! T de salida != T de transistores.

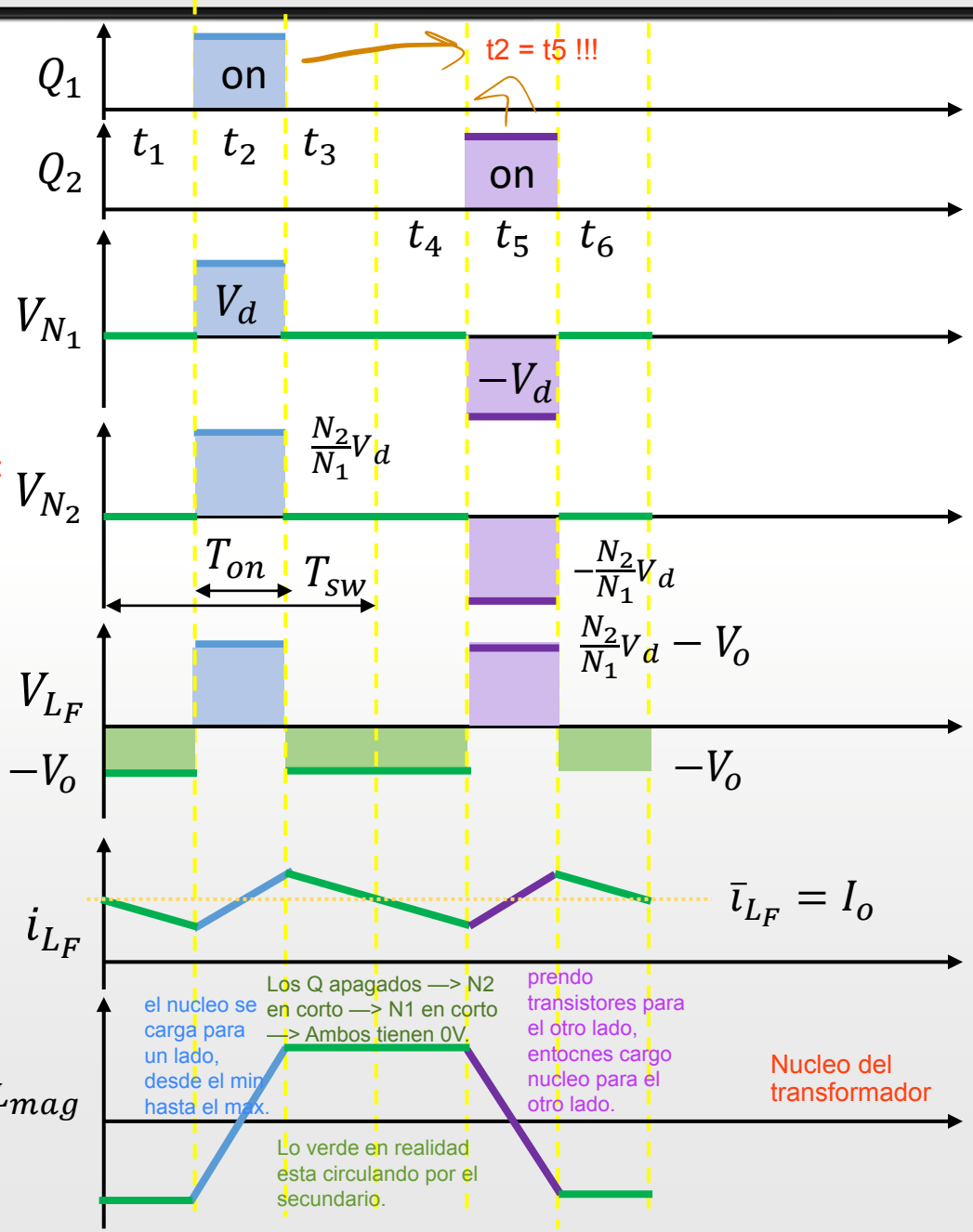
$$\left(\frac{N_2}{N_1}V_d - V_o\right) D T_{sw} = V_o(1-D)\,T_{sw}$$

$$V_o = V_d \, {}^{N_2}/_{N_1} \, D$$

Nos dan de dato, por ej:
- f_sw de la buck
- f_conmutacion
- t2 y de t1 a t6



En vez de tener una N1 que alimento de un lado para el otro, tengo dos N1. Alimento un N1 para un lado y el otro para el otro lado —> inversiON de V.

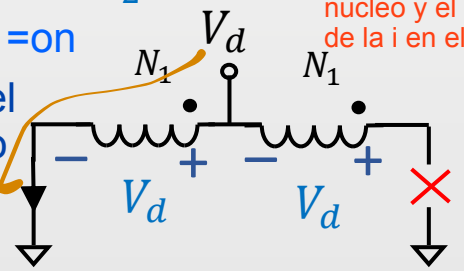


Durante t_2:

Q1=on

tiene el puntito con +

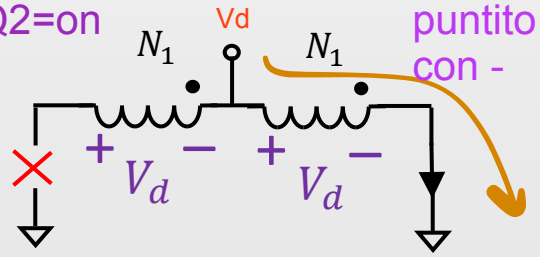
Un N1 empuja la i en el nucleo y el otro N1 tira de la i en el nucleo.



Durante t_5:

Q2=on

tiene el puntito con -



PUSH PULL

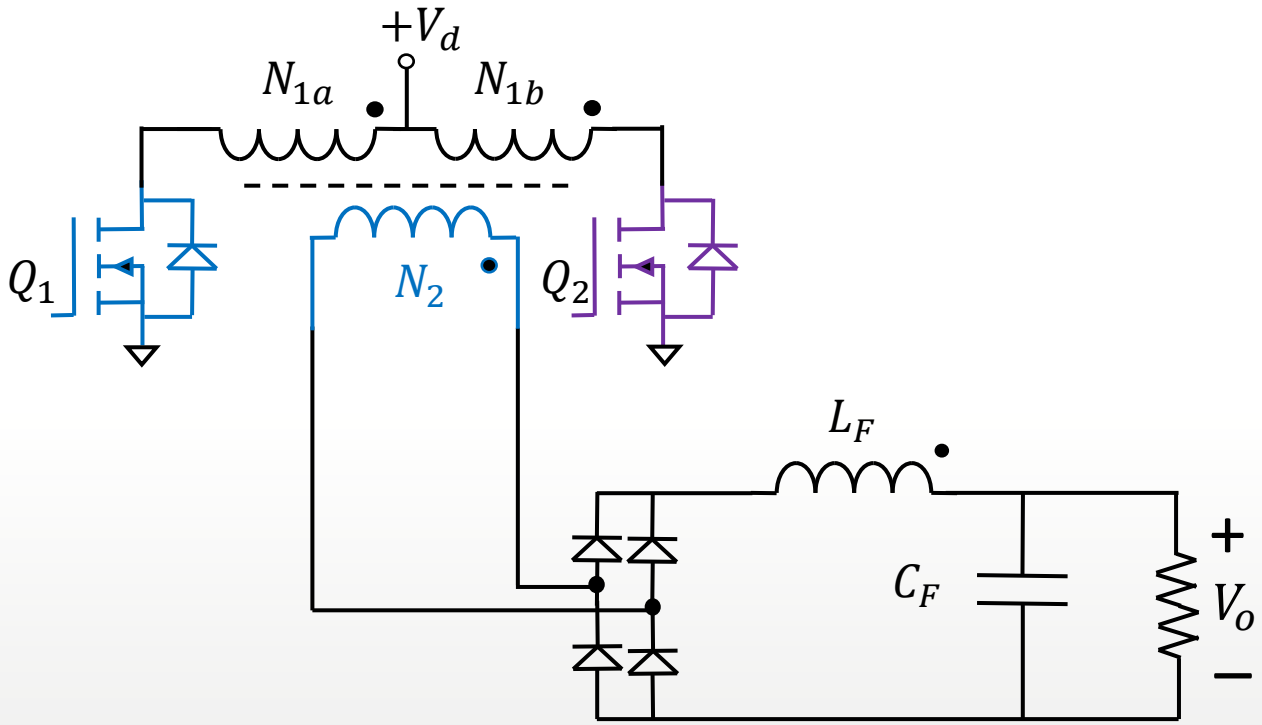
Si no me asusta tener 2 primarios conviene tener push pull porque tengo +-Vd. Cada uno puede ser de la mitad de mm2 porque conducen la mitad del t porque cuando enciende Q1, conduce N1a la mitad del T. Cuando enciendo Q2 conduce el otro N1 tmb mitad de T.

Ventaja: solo pongo dos transistores a tierra —> mucho mas facil de disparar.

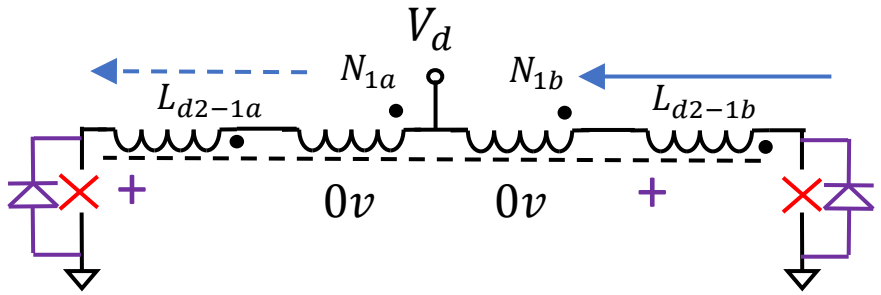
Es un poco mejor que los otros dos casos. Como hay un solo tr por rama, tengo la mitad de P disipada.

Hay Ldisp entre un N y el otro N. Pero bobinados con punto medio se hace agarrando los dos cables y bobinandolos juntos, asi que la Ldisp entre los dos N1 es practicamente despreciable. :)

Push Pull: efecto de Ld



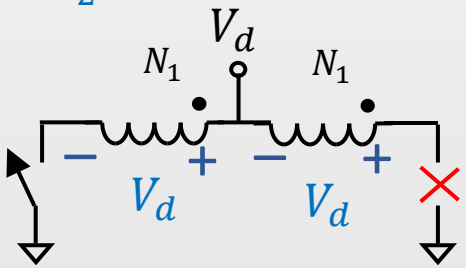
Durante $t_{3,4}$:



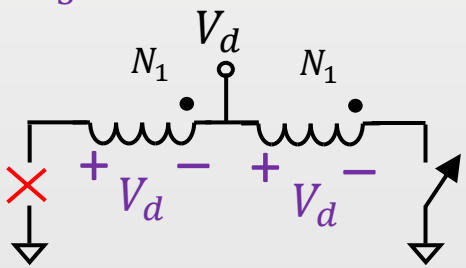
Durante $t_{6,1}$:

Tarea para el hogar

Durante t_2:



Durante t_5:

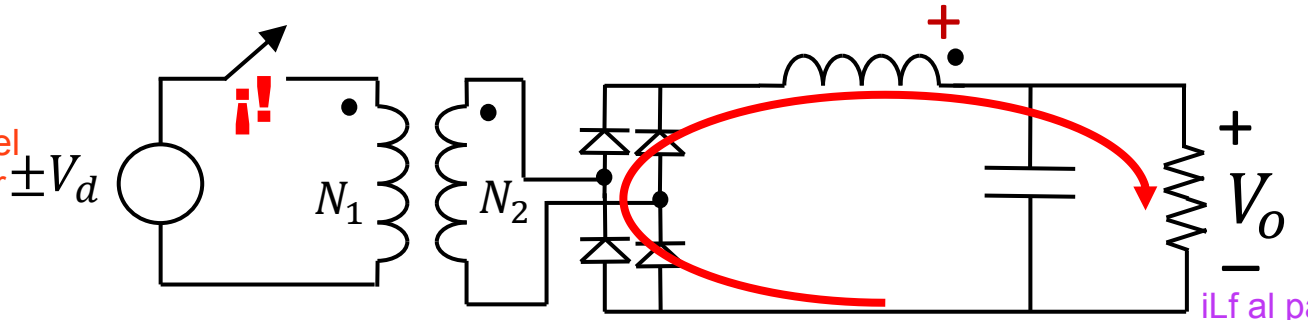


Rectificadores de salida

1 forma de hacer rectificador

Rectificadores de onda completa:
- 1 forma: esta —> un secundario y 4 diodos.
- 2da forma: pag siguiente —> 2 secundarios en el trafo y solo 2 diodos.

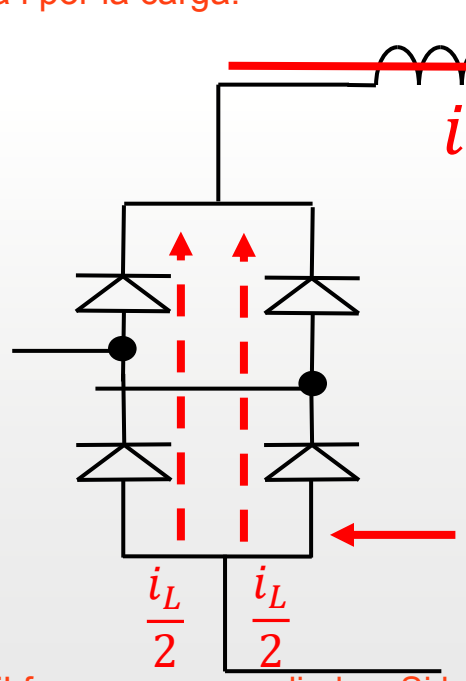
Cuando apago todos los tr del primario, el primario queda desconectado. mientras Lmag piensa que hacer, Lf (induct del filtro del circuito, que suele ser Lf >> Lmag), entrega energia porque nadie le esta dando energia. pone + en el punto y fuerza i por la carga.

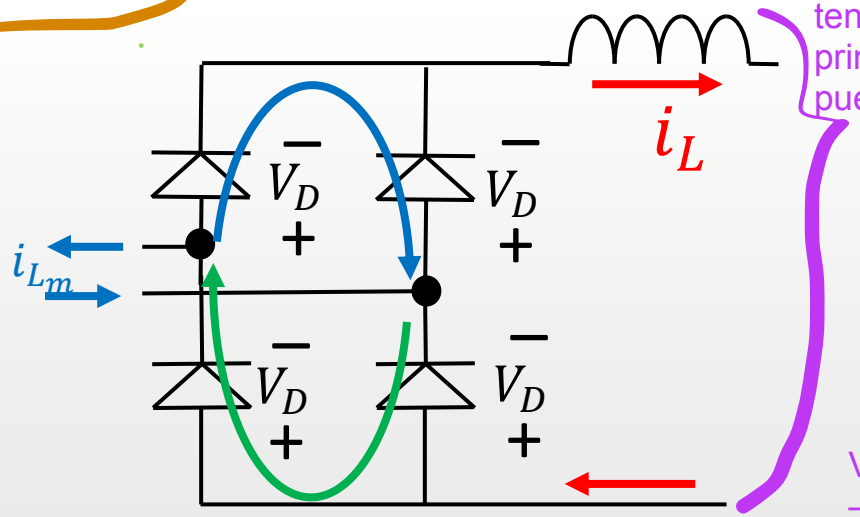


Cuando N1 queda cortado

iLf al pasar por los 4 diodos hace que se ponga en corto N2. Esto no significa que se tenga un trafo en corto, porque N1 esta abierto. Entonces tengo N2 en corto, pero es un inductor unicamente. Lo q tengo en corto es la energia de la Lmag. En el primario no entra mas corriente, entonces solo puede salir la energia de magnetizacion.

Text





Aplicando Kirchoff:

$$V_{N_2} = v_D - v_D = -v_D + v_D = 0$$

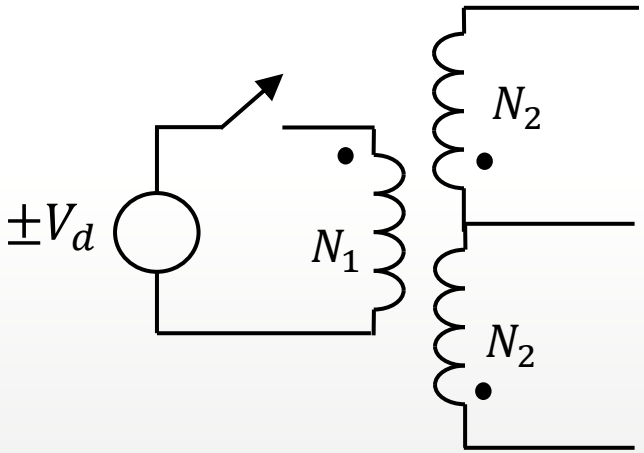
$$V_{N_2} = 0 \rightarrow V_{N_1} = 0$$

VLm = 0 —> la i no cambia porque L.di/dT = 0 —> i cte.

La iLf va a pasar por diodos. Si los diodos son =, va a conducir mitad por cada rama. Diodos (como los tr bipolares) son componentes de portadores minoritarios. Esto significa que cuando aumenta temperatura baja la R. Entonces va a haber una compenzacion de temperatura porque los dos de arriba van a estar apareados termicamente y los de abajo entre si. Si alguno conduce de mas, el otro va a conducir de mas tambien. —> EN la practica es casi la mitad de i por cada rama.

Tarea para el hogar

Otra forma de hacer rectificador



¿cómo se hace un rectificador de 2 diodos y transformador con punto medio?

Repetir el análisis… ¿tiene el mismo comportamiento?

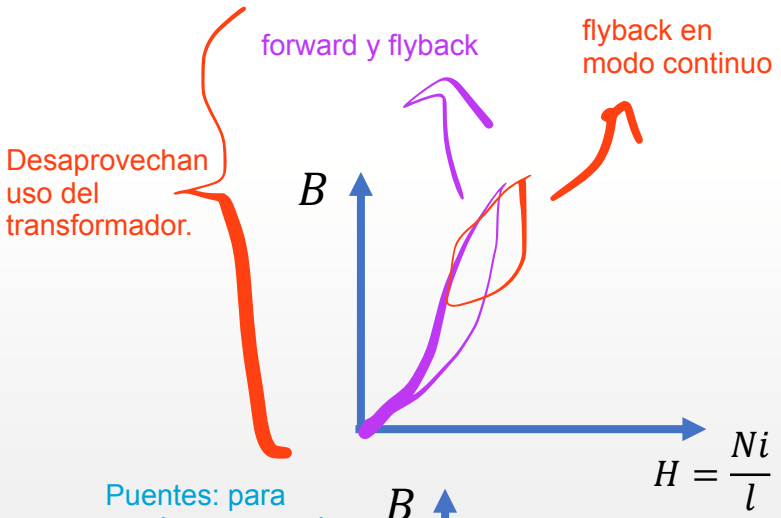
Resumen de convertidores

Segundo p: nos van a preguntar todas las formas de onda de los circuitos y el por que de varias cosas!

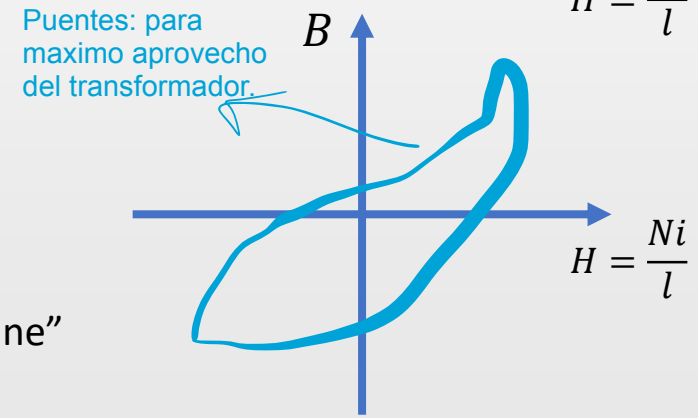
- Buck, Boost y BuckBoost (Cûk)
  - No se necesita aislación galvánica, realimentación directa de la salida.
  - El salto entre Vd y Vo debe ser chico (0,3 < D < 0,7) para tener buen rendimiento.

Ejemplo de pregunta: en full bridge, si pongo cap en serie con L1 PARA EVITAR que el nucleo se sature, ese cap es de baja i y alta V si estoy pensando en circuito reductor de V. Pero podria ser un circuito elevador, en ese caso el cap seria de baja V pero de mucha mas i. Ese cap conviene ponerlo en serie a N2. (????)
Es lo mismo ponerlo en serie con LF??? —> NO! Ahi no funciona porque la i va siempre para el mismo lado!!

- Flyback
  - ☺ Tiene aislación galvánica, realimentación por bobinado auxiliar ☺ u optoacoplador.
  - ☹ Baja potencia, porque:
    a) el rendimiento es malo por el snubber
    b) la energía de la carga tiene que ser almacenada en el núcleo del transformador



- Forward
  - Potencias mayores que la flyback porque usa el transformador en modo directo (FWD)
  - ☺ No necesita snubber
  - ☹ Necesita desmagnetizar el núcleo (N3)
  - ☺ Utiliza un solo switch, que está referido a masa



- Puentes
  - ☹ mucha mayor complicación del circuito (disparos flotantes, etc.) todo debe ser simetrico de transistores
  - ☺ permiten manejar el ciclo de histéresis completo del transformador
  - ☺ La frecuencia que deben filtrar Lf y Cf es el doble de la de conmutación de las llaves
  - ☹ Es difícil mantener el product V*S en el núcleo igual a cero (es possible que el núcleo "camine" y termine saturando)

Reduzco P de conmutacion de las llaves o el tamaño del filtro de salida. O sn de compromiso.