

CARACTERISTICAS ELECTRICAS DEL L6203

I_o pulsed output current = 5A

P_{tot} Total power dissipation = 20W (t_{case} 90°)

$R_{DS(ON)} = typ = 0,3 \Omega$ max=0,55 Ω (existe un coeficiente de variación según la temperatura)
 α 90° = 1,3 entonces $R_{DS(ON)} = 1,3 * 0,3 \Omega = 0,39 \Omega$

CALCULO DE POTENCIA

Para cada transistor:

$$P_{(ON)} = R_{DS(ON)} * I_{DS}^2$$

Entonces para los dos transistores:

$$P_{(ON)} = 2 * R_{DS(ON)} * I_{DS}^2 = 2 * 0,39 \Omega * (2,8A)^2 = 6,1W$$

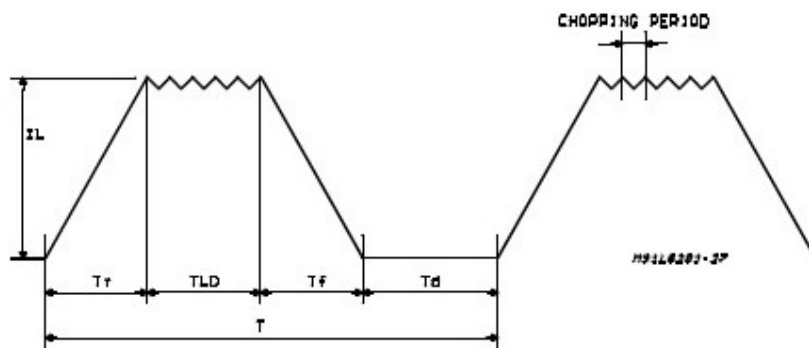
$$P_{(OFF)} = V_s * I_{DSS} = 36V * 1mA = 0,036W$$

Los Mosfet tienen la característica de que en estado de conducción con una correcta tensión en el gate, se comportan como una resistencia de unos pocos ohmios ($R_{DS(ON)}$)

CALCULO DE POTENCIA TOTAL DISIPADA (según indicaciones de la hoja de datos del L6203, pagina 11)

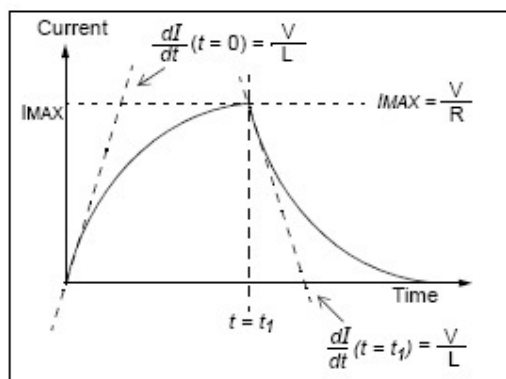
Este caso se aplica cuando el driver trabaja en conjunto con un control de corriente. El caso que se tomo en el presente documento es un driver con control de corriente para un motor paso a paso en modo bipolar paralelo con las siguientes características: 4,17V 2,8A 1,5 Ω 6,8mH y como circuito de control el integrado L297.

Este tipo de circuitos tiene una corriente de salida pulsada por lo cual para hacer un calculo correcto de la potencia disipada por el L6203 es necesario calcular la potencia en cada etapa de conducción del puente, según el siguiente grafico que muestra el comportamiento de la corriente que circula por las bobinas:



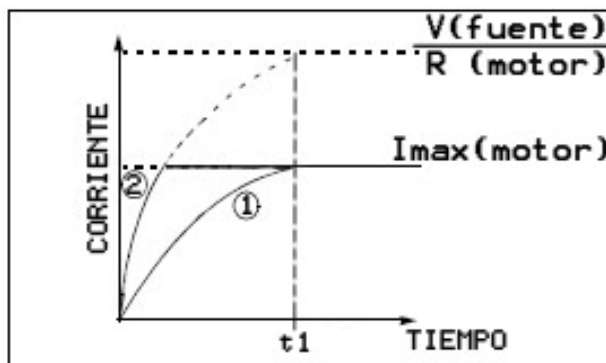
T_r (time rise, excitación de la bobina del motor). Este tiempo es el tiempo que tarda la bobina del motor en alcanzar la corriente máxima (en este caso 2,8A). Se podría pensar que este valor se obtiene del cálculo de la constante de tiempo de la bobina multiplicado por tres (se multiplica por tres porque aproximadamente a una bobina le toma 3 veces la constante de tiempo para alcanzar el 100 porciento de la carga)

mediante la formula: $T = (L_{\text{(de la bobina)}}/R_{\text{(de la bobina)}}) * 3$ pero esto no es del todo así, para este caso, ya que el objetivo de los drivers de control de corriente es el de “acelerar” el tiempo de carga de la bobina con el objetivo de lograr mas RPM en el motor con la menor perdida de torque posible. Esto se logra mediante una alimentación entre 3 y 25 veces el valor de la tensión de trabajo de la bobina del motor, las bobinas no se funden gracias a que existe un circuito que deshabilita la alimentación cuando la corriente de la bobina alcanza el valor que indica el motor.



Aclaración: el tiempo en alcanzar la máxima corriente sigue siendo el mismo (t_1) pero al alimentar la bobina a 36V la corriente total que circularía por las bobinas (si no mediara el control de corriente) sería 36V/ $(1,5(R_{\text{bobina}}) + 2 * 0,39(R_{\text{mosfet}})) = 15,7A$, la constante de tiempo corre para estos 15,7A, es decir, es la misma que si la alimentación fuera la que indica el motor, pero la corriente que se busca alcanzar (la máxima permitida por el fabricante) es mucho menor (en el caso del ejemplo 2,8A). Por aproximación se puede tomar la formula: $di/dt(t=0) = V/L$ para calcular el ritmo de crecimiento de la corriente en la bobina. Mas adelante se ve en el ejemplo la aplicación de la misma.

(para mas información referirse a las paginas 13,14,15 de la application note AN907 de microchip)



T_{LD} : Este tiempo corresponde al momento en que la bobina del motor alcanzo la máxima corriente permitida y el control de corriente esta actuando.

De la secuencia de pasos para half step que entrega el integrado L297 se deduce que: cada bobina esta excitada 3 pasos y el cuarto descansa.

La duración de cada paso se calcula según: $T_{\text{(paso)}} = 1/f_{\text{pasos}}$

Entonces: $T_{LD} = 3 * T_{\text{(paso)}} - T_r$

A	B	C	D	PASO
0	1	0	1	1
0	0	0	1	2
1	0	0	1	3
1	0	0	0	4
1	0	1	0	5
0	0	1	0	6
0	1	1	0	7
0	1	0	0	8

T_f y T_d : Corresponden al tiempo de “caída” de la carga de la bobina y al tiempo cuando la carga es nula en las mismas, $T_f + T_d$ corresponde al paso de la secuencia donde la bobina no esta excitada, es decir su valor es el equivalente al del tiempo de un solo paso.

T: es igual a la suma de todos los anteriores y no puede ser mayor al tiempo de cuatro pasos

Chopping period: es el periodo de tiempo que se deduce de la frecuencia de chopeado (f_{switch} , es externo al L6203 ya que esta frecuencia la entrega el L297 y según su hoja de datos se calcula mediante la siguiente formula: $f_{\text{SWITCH}} = 1/0,7 * R * C$ (R C del oscilador del L297, según su hoja de datos)

T_{COM} : Es el tiempo que tarda el Mosfet en apagarse, durante este tiempo existen perdidas de corriente que generan disipación, por este motivo hay que tenerlo en cuenta en los cálculos. Los Mosfet se caracterizan por tener un tiempo de conmutación del orden de los nanosegundos, en la hoja de datos del L6203 no aparece especificado el valor de T_{COM} asumo 100 nseg como lo hacen los fabricantes en el caso del L6204 que es un puente de la misma familia y fabricantes. El tiempo de conmutación se repite en dos momentos, el de encendido y el de apagado, esto multiplicado las veces de la frecuencia de chopeo (f_{SWITCH}).

EL CALCULO:

Rise Time T_r

$$E_{\text{OFF/ON}} = [R_{\text{DS(ON)}} * I_L^2 * T_r] * 2/3$$

Constante de tiempo de la bobina del motor:

$$T_{\text{au}} = L_{\text{(motor)}} / R_{\text{(motor)}}$$

Como $R_{\text{(motor)}}$ es 1,5 Ω (muy pequeña, se tiene en cuenta $R_{\text{DS(ON)}}$ para el calculo)

$$T_{\text{(100\% de la carga)}} = T_{\text{au}} * 3 = [6,8 \text{ mH} / (1,5 \Omega + 2 * 0,39 \Omega)] * 3 = 8,94 \text{ mseg}$$

Pero como se esta usando el sistema de sobre alimentación por tensión con control de corriente, se puede emplear la aproximación de que la corriente se va a establecer según una recta de pendiente $V/L = 36/6,8\text{mH} = 5.294 \text{ A/ms}$.

Luego la corriente si queremos llegar a 2.8 A lo haremos en un tiempo de $2.8 \text{ A} / 5.294 = 0.53 \text{ ms} = 530 \text{ us}$

$$T_r = 0,53 \text{ mseg}$$

$$E_{\text{OFF/ON}} = [0,39 \Omega * (2,8\text{A})^2 * 0,53 \text{ mseg}] * 2/3 = 0,001$$

Load Time T_{LD}

$$E_{LD} = I_L^2 * R_{DS(ON)} * 2 * T_{LD}$$

T_{LD} :

Por cada cuatro pulsos de la secuencia de paso en modo half step entregada por el integrado L297 cada bobina esta activa tres de esos cuatro pulsos y durante el cuarto descansa.

A una frecuencia de pasos de 0.5Khz, cada bobina estaría excitada 6mseg y descansaría 2mseg.

$$T_{LD} = 6\text{mseg} - T_r = 6\text{mseg} - 0,53\text{mseg} = 5,47\text{mseg}$$

$$E_{LD} = (2,8A)^2 * 0,39 \Omega * 2 * 5,47\text{mseg} = 0,03341$$

$$E_{COM} = V_S * I_L * T_{COM} * f_{SWITCH} * T_{LD}$$

T_{COM} = 100ns (tiempo encendido apagado de los mosfet, valor por aproximacion no se encuentra en la hoja de datos)

$$f_{SWITCH} = 1/0,7 * R * C \text{ (R C del oscilador del L297, según su hoja de datos)}$$

$$f_{SWITCH} = 1/0,7 * 22K \Omega * 3,3\text{nf} = 19,677 \text{ KHz}$$

$$E_{COM} = 36 \text{ V} * 2,8A * 100 \text{ nseg} * 19,677 \text{ KHz} * 5,47 \text{ mseg} = 0,00108$$

Fall Time T_r

$$E_{ON/OFF} = E_{OFF/ON} = 0,001$$

Quiescent Energy

$$E_{QUIESCENT} = I_{QUIESCENT} * V_S * T$$

$$E_{QUIESCENT} = 8\text{mA} * 36\text{V} * 8\text{mseg} = 0,0023$$

Total Energy Per Cycle

$$E_{TOT} = E_{OFF/ON} + E_{LD} + E_{COM} + E_{ON/OFF} + E_{QUIESCENT}$$

$$E_{TOT} = 0,0387$$

POTENCIA TOTAL DISIPADA

$$P_{DIS} = E_{TOT} / T = 0,0387 / 8 \text{ mseg} = 4,55\text{W}$$

Datos extraídos de:

L6201 -L6202 - L6203 DMOS FULL BRIDGE DRIVER. STMicroelectronics

AN907 Stepping Motors Fundamentals. Microchip

El presente documento no es otra cosa que un resumen ordenado del post originado por lagruya en <http://www.forosdeelectronica.com/about28024-0.html> , el cual sin la participación de Ardogan hubiese sido imposible comprender.