

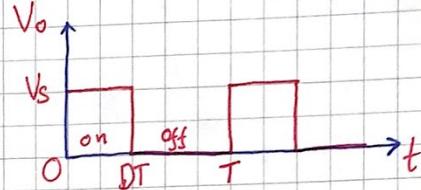
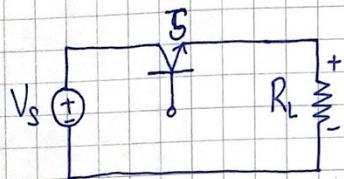
Mạch biến đổi điện áp một chiều

* MẠCH ĐIỀU CHỈNH ĐIỆN ÁP TUYẾN TÍNH

- + Tốn hao trên phần tử điều chỉnh lớn nên hiệu suất thấp
- + Chỉ ứng dụng cho CS thấp

* MẠCH BIẾN ĐỔI KIỂU CHUYỂN MẠCH

♪ hoạt động như khóa điện tử đóng / ngắt



giả sử khóa S lý tưởng thì CS
điều chế trên S coi như bằng 0 \Rightarrow hiệu suất mạch đạt 100%

T là chu kỳ đóng ngắt

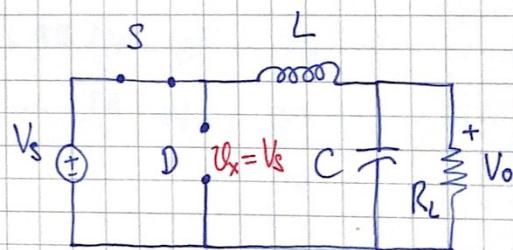
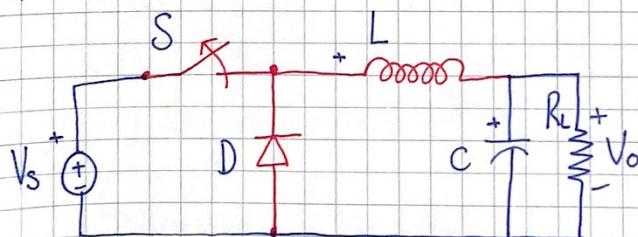
D là hệ số kích động hay hs chu kỳ

$$D = \frac{t_{on}}{t_{off} + t_{on}} = \frac{t_{on}}{T} = \frac{D \cdot T}{T} = t_{on} f$$

$$D \leq 1 \Rightarrow V_o \leq V_s$$

$$V_o = \frac{1}{T} \int_0^T V_o dt = \frac{1}{T} \int_0^{DT} V_s dt = V_s \cdot \frac{DT}{T} = [D \cdot V_s] (V)$$

* MẠCH GIẢM ÁP (BUCK)



S dẫn; D ngắt

gt: + Mạch đang hd ở coto xác lập

+ Đóng điện qua cuộn dây lター & có gtr đường

+ Tụ điện có trị số dung lượng lớn; áp hai đầu k đổi, có gtr V_o

+ Chu kỳ đóng / ngắt là T; đóng trong DT & ngắt trong (1-D)T

+ Các lk đều lý tưởng

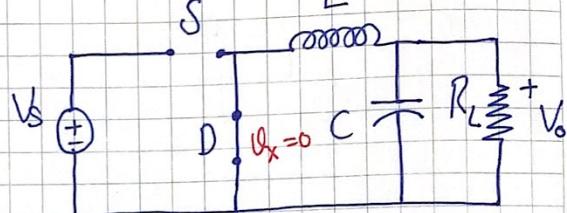
+ Khi khóa S đóng, diode p-n; dòng qua cuộn dây là i_L , thì:

$$v_L = V_s - V_o = L \cdot \frac{di_L}{dt}$$

$$\Leftrightarrow \frac{di_L}{dt} = \frac{V_s - V_o}{L} = \frac{\Delta i_L}{\Delta t} = \frac{\Delta i_L}{D \cdot T} > 0 \text{ chung to dòng } i_L \text{ tăng}$$

$$\Leftrightarrow \boxed{\Delta i_{L(C)} = \frac{V_s - V_o}{L} \cdot D \cdot T}$$

$$V_{L(C)} = (V_s - V_o) \cdot D \cdot T$$



+ Khi khóa S ngắt, diode p-n

$$v_L = -V_o = L \cdot \frac{di_L}{dt}$$

$$\Leftrightarrow \frac{di_L}{dt} = -\frac{V_o}{L} < 0 \text{ chung to dòng } i_L \text{ giảm}$$

$$\frac{\Delta i_L}{\Delta t} = -\frac{V_o}{L}$$

$$\Leftrightarrow \boxed{\Delta i_{L(O)} = -\frac{(1-D) \cdot T \cdot V_o}{L}}$$

$$V_{L(O)} = -V_o (1-D) \cdot T$$

Khi mạch hở ở chế độ xác lập trong một chu kỳ độ biến thiên tổng của dòng điện qua cuộn dây bằng 0, suy ra:

$$\Delta i_{L(\text{close})} + \Delta i_{L(\text{open})} = 0$$

$$\Leftrightarrow (V_s - V_o) \cdot \frac{DT}{L} + (-V_o) \cdot \frac{(1-D)T}{L} = 0$$

$$\Leftrightarrow (V_s - V_o) \cdot DT - V_o \cdot T + V_o \cdot DT = 0$$

$$\Leftrightarrow V_s \cdot DT - V_o \cdot T = 0$$

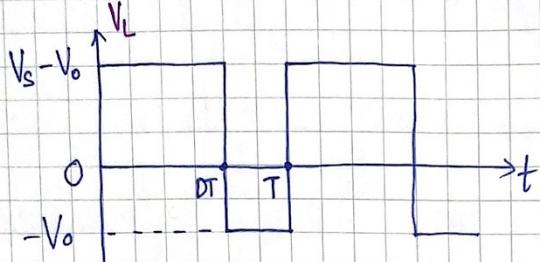
$$\Leftrightarrow \boxed{V_o = V_s \cdot D}$$

$$\text{Xác lập: } V_L = V_{L(C)} + V_{L(O)} = 0 \Leftrightarrow (V_s - V_o) \cdot DT = +V_o (1-D)T$$

$$\Leftrightarrow \boxed{V_o = V_s \cdot D}$$

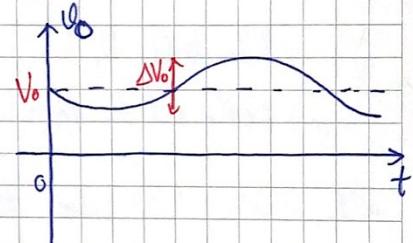
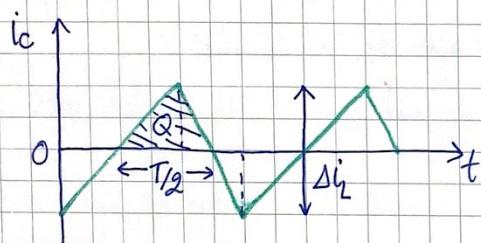
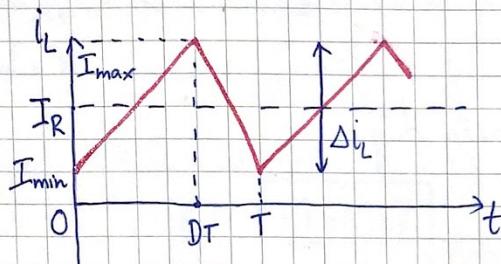
KL: pt theo dòng hay áp trên cuộn dây đều cho kq: $V_o = D \cdot V_s$ trước là điện áp ra giảm so với điện áp đầu vào & phụ thuộc vào hs chuy kq D.

CÁC DẠNG ĐIỆN ÁP - ĐÔNG ĐIỆN



$$V_o = D \cdot V_s$$

$$f = \frac{1}{T}$$



Ở chế độ xác lập, dòng trung bình qua cuộn dây chính là dòng trả qua tải: $I_L = I_R = \frac{V_o}{R}$

$$I_L = I_R = \frac{V_o}{R} \quad (A)$$

Các giá trị lớn & nhỏ của dòng qua cuộn dây & tải như sau:

$$I_{\min} = I_L - \frac{\Delta i_L}{2} = \frac{V_o}{R} - \frac{(V_s - V_o) \cdot DT}{2L} = \frac{V_o}{R} - \frac{(V_o/D - V_o) \cdot DT}{2L}$$

$$\Rightarrow I_{\min} = V_o \left(\frac{1}{R} - \frac{1-D}{2Lf} \right)$$

$$I_{\max} = I_L + \frac{\Delta i_L}{2} = \frac{V_o}{R} + \frac{(V_s - V_o) \cdot DT}{2L}$$

với $V_o = V_s \cdot D$

$$f = \frac{1}{T}$$

$$\Rightarrow I_{\max} = V_o \left(\frac{1}{R} + \frac{1-D}{2Lf} \right)$$

Khi khóa S đóng $i_c > 0$, tụ được nạp điện với lượng điện tích:

$$Q = C \cdot V_0$$

$$\Leftrightarrow \Delta Q = C \cdot \Delta V_0$$

$$\Leftrightarrow \Delta V_0 = \frac{\Delta Q}{C}$$

Độ biến thiên điện tích ΔQ chính là điện tích tam giác

$$\Delta Q = \frac{1}{2} \cdot \frac{\Delta i_L}{2} \cdot \frac{T}{2} = \frac{\Delta i_L}{8} \cdot T$$

Thay các bt tính ΔQ ; Δi_L ta có: $\Delta i_L = \frac{(1-D)V_0 \cdot T}{L}$

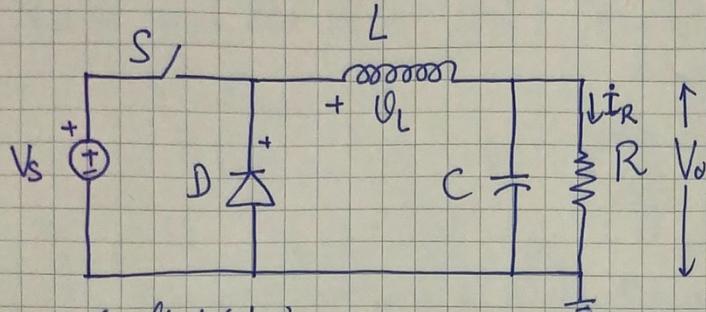
$$\Delta V_0 = \frac{(1-D) \cdot V_0 \cdot T^2}{8LC} = \frac{V_0(1-D)}{8Lf^2C}$$

$$\Leftrightarrow \boxed{\frac{\Delta V_0}{V_0} = \frac{1-D}{8Lf^2C}}$$

Nếu cần chọn độ nhấp nhô điện áp theo yêu cầu thì C tính theo:
giá trị điện dung của tụ để mạch có

$$\boxed{C = \frac{1-D}{8Lf^2 \left(\frac{\Delta V_0}{V_0} \right)}}$$

BÀI TẬP 1:



$$V_s = 50 \text{ (V)}$$

$$D = 0,4$$

$$L = 400 \mu\text{H}$$

$$C = 100 \mu\text{F}$$

$$f = 20 \text{ kHz}$$

$$R = 20 \Omega$$

gt các lk lý tưởng

- Xét gtr V_o
- Xét gt ln & nn của dòng điện qua cuộn dây
- Xét -độ nháy nhô của điện áp ngo ra.

LỜI GIẢI:

- Mạch có dạng mạch BUCK nên điện áp tra -đc xđ theo bt.

$$V_o = V_s \cdot D = 50 \cdot 0,4 = 20 \text{ (V)}$$

- gt ln & nn của dòng qua cuộn dây dc xđ theo bt

$$I_{\max} = I_R + \frac{\Delta i_L}{2} \quad \text{với } I_R = \frac{V_o}{R}; \Delta i_L = \frac{(1-D) \cdot V_o}{2Lf}$$

$$= \frac{20}{20} + \frac{(1-0,4) \cdot 20}{2 \cdot 400 \cdot 10^{-6} \cdot 20 \cdot 10^3} = 1 + 0,75$$

$$= 1,75 \text{ (A)}$$

$$I_{\min} = I_R - \frac{\Delta i_L}{2} = 1 - 0,75 = 0,25 \text{ (A)} > 0$$

↪ dòng liên tục

$$\begin{aligned} \text{o). } \frac{\Delta V_o}{V_o} &= \frac{1-D}{8Lf^2C} = \frac{1-0,4}{8 \cdot 400 \cdot 10^{-6} \cdot (20 \cdot 10^3)^2 \cdot 100 \cdot 10^{-6}} \\ &= \frac{0,6}{32 \cdot 4} = 0,00469 = 0,469 \% \end{aligned}$$

BÀI TẬP 2

TK một mạch BUCK hở ở chế độ liên tục, cc áp dụng $V_o = 18 V$ cho tải $R = 10 \Omega$. Độ nhấp nhô điện áp ngoài ra $\leq 0,5\%$; Điện áp vào $V_s = 48 V$.
Xét:

- a). Hs đóng
- b). Ts đóng ngắt
- c). gtr L, C
- d). Độ áp định mức của diode, cuộn dây, tụ điện
- e) gtr hiệu dụng của dòng điện qua cuộn dây & tụ điện.

LỜI GIẢI

a). Mạch BUCK hở ở chế độ đóng liên tục nên áp ra $V_o = V_s \cdot D$

$$\hookrightarrow D = \frac{V_o}{V_s} = \frac{18}{48} = 0,375$$

b). Ts đóng ngắt của mạch BUCK chọn $20 \text{ kHz} \div 100 \text{ kHz}$
chọn $f = 50 \text{ kHz}$

c). Để mạch hở ở chế độ đóng thực thi $I_{min} \geq 0$

$$I_{min} = I_R + \frac{\Delta i_L}{2} = \frac{V_o}{R} + \frac{(1-D)V_o}{2L_f} \geq 0$$

$$\hookrightarrow L_{min} = \frac{(1-D) \cdot R}{2f} = \frac{(1-0,375) \cdot 10}{2 \cdot 50 \cdot 10^3} = 0,625 \cdot 10^{-4} (\text{H})$$

Chọn gtr L lớn hơn 25% so với gtr min

$$\hookrightarrow L = 1,25 \times 6,25 (\text{mH}) = 7,81 \text{ mH} \hookrightarrow \text{chọn } 8 \text{ mH}$$

* Để áp ra có độ gần nhau hơn $0,5\%$ nên chọn C theo bt:

$$C = \frac{1-D}{8 \cdot L \cdot f^2 \cdot \frac{\Delta V_o}{V_o}} = \frac{1-0,375}{8 \cdot 80 \cdot 10^{-6} \cdot (50 \cdot 10^3)^2 \cdot 0,005} = \frac{0,625}{10000000000} = 6,25 \cdot 10^{-10} \text{ F}$$

$$= 6,25 \cdot 10^{-6} \text{ F} \quad \hookrightarrow \text{chọn } 100 \mu\text{F}$$

d) + Do điện áp ngoài là 18V, chỉnh là điện áp trên tụ nên chọn tụ có điện áp DC chịu đựng 28V.

+ Giải từ cuộn dây

$$\text{S đóng thì } V_L = V_S - V_o = 48 - 18 = 30 \text{ V}$$

$$\text{S mở thì } V_L = V_o = V_S = 18 \text{ V}$$

\Leftrightarrow chọn cuộn dây chịu được điện áp 30V

+ Giải diode, khi S đóng, D mở và điện áp ngược đặt lên là $V_S = 48V$

e). gtr tr bình của dòng điện qua cuộn dây:

$$I_L = I_R = \frac{V_o}{R} = \frac{18}{10} = 1,8 \text{ A}$$

Độ nhấp nhô của dòng qua cuộn dây

$$\Delta i_L = \frac{(1-D)V_o \cdot T}{L} = \frac{1-0,375}{80 \cdot 10^{-6}} \cdot 18 \cdot \frac{1}{50 \cdot 10^3} = 2,81 \text{ (A)}$$

Dòng ln & nn qua cuộn dây:

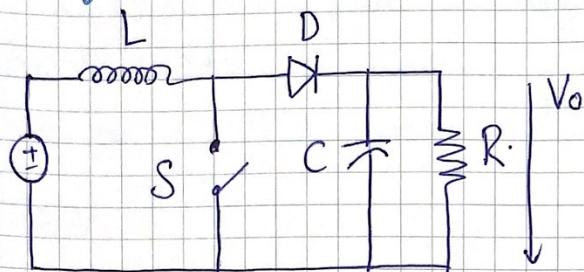
$$I_{\max} = I_R + \frac{\Delta i_L}{2} = 1,8 + \frac{2,81}{2} = 3,205 \text{ A}$$

$$I_{\min} = I_R - \frac{\Delta i_L}{2} = 1,8 - \frac{2,81}{2} = 0,395 \text{ A}$$

gtrv ^{hiệu ứng}Đòng qua cuộn dây dc xđ theo dạng ^{đóng} tam giác

$$I_{rms} = \sqrt{I_L^2 + \left(\frac{\Delta i_L}{2\sqrt{3}}\right)^2}$$

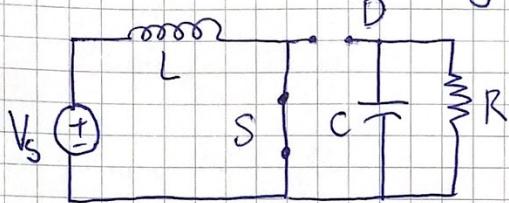
MẠCH BOOST



giả thiết:

- Chu kỳ đóng ngắt là T
- S dẫn trong thời gian $D \cdot T$
- S ngắt trong thời gian $(1-D) \cdot T$
- Đóng qua cuộn dây thực
- Cầu lớn để V_o k đổi
- Liken lý tưởng, Ic ổn hao

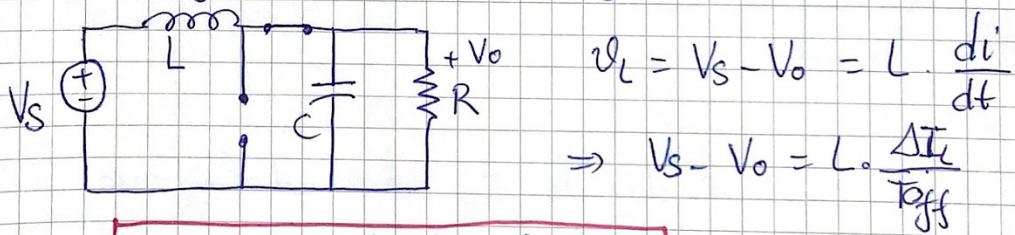
* Khi S dẫn, mạch có dạng:



$$v_L = V_s = L \cdot \frac{di}{dt}$$

$$\Rightarrow \frac{\Delta I_L}{T_{on}} = \frac{V_s}{L} \Leftrightarrow \Delta I_{L(on)} = D \cdot T_{on} \cdot \frac{V_s}{L}$$

* Khi S ngắt, D dẫn mạch có dạng



$$v_L = V_s - V_o = L \cdot \frac{di}{dt}$$

$$\Rightarrow V_s - V_o = L \cdot \frac{\Delta I_L}{T_{off}}$$

$$\Leftrightarrow \Delta I_{L(off)} = \frac{(1-D)T \cdot (V_s - V_o)}{L}$$

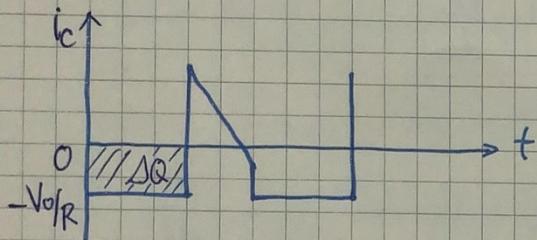
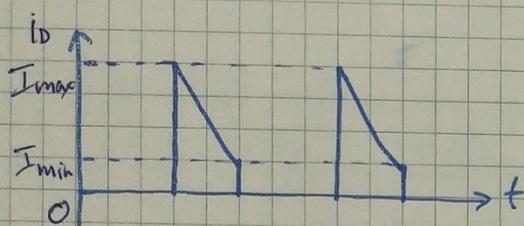
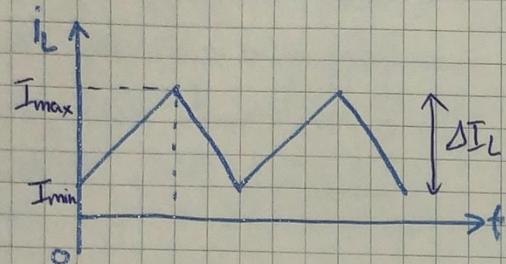
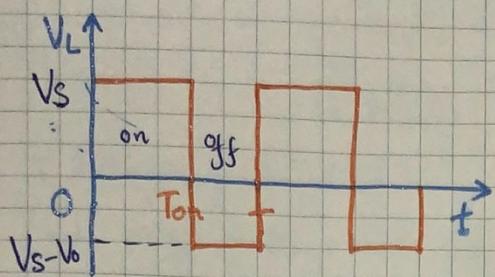
Do tổng độ biến thiên dòng ở trạng thái xáo lắp bằng 0 nên ta có:

$$\Delta I_{L(on)} + \Delta I_{L(off)} = 0$$

$$\Leftrightarrow DT \frac{V_s}{L} + \frac{V_s - V_o}{L} (1-D)T = 0$$

$$\Leftrightarrow \frac{DV_s}{L} + \frac{V_s}{L} - \frac{V_s \cdot D}{L} - \frac{V_o}{L} + \frac{V_o \cdot D}{L} = 0$$

$$\Leftrightarrow V_o = \frac{V_s}{1-D}$$



Dòng trung bình qua cuộn dây là I_L được xác định qua

$$P_S = V_S \cdot I_S = V_S \cdot I_L \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{gt } P_o = P_S \end{array} \right.$$

$$P_o = V_o \cdot I_o = \frac{V_o^2}{R}$$

$$\Rightarrow \frac{V_o^2}{R} = V_S \cdot I_L \Rightarrow I_L = \frac{V_o^2}{V_S \cdot R} = \frac{V_S \cdot D}{(1-D)^2 \cdot R}$$

$$\Rightarrow \underline{I_{max}} = I_L + \frac{\Delta I_L}{2} = \frac{V_S}{(1-D)^2 \cdot R} + \frac{D \cdot T \cdot V_S}{2L} \quad //$$

$$\underline{I_{max}}_{KI LONG} = I_L - \frac{\Delta I_L}{2} = \frac{V_S}{(1-D)^2 \cdot R} - \frac{D \cdot L \cdot V_S}{2L} \quad //$$

BÀI TẬP 1:

Thiết kế mạch Boost - để tăng điện áp nguồn từ $V_S = 12V$ lên $V_O = 30V$ với độ nhấp nhô chênh áp ngọt ra $< 1\%$.

Biết tải $R = 50\Omega$; mạch hở ở trạng thái đóng liên tục

LỜI GIẢI:

Hệ số dân của mạch: D

$$V_O = \frac{V_S}{1-D} \Rightarrow 1-D = \frac{V_S}{V_O} \Rightarrow D = 1 - \frac{V_S}{V_O} = 1 - \frac{12}{30} = 0,6$$

Chọn $f = 25\text{kHz}$

$$L_{min} = \frac{D(1-D)^2 R}{2f} = \frac{0,6(1-0,6)^2 \cdot 50}{2 \cdot 25 \cdot 10^3} = 9,6 \cdot 10^{-5} (\text{H})$$

Chọn $L = 120\mu\text{H}$

Đóng trung bình qua cuộn dây

$$I_L = \frac{V_S}{(1-D)^2 \cdot R} = \frac{12}{(1-0,6)^2 \cdot 50} = 1,5 \text{ A}$$

Độ nhấp nhô dòng điện:

$$\Delta I_L = \frac{V_S \cdot D}{L_f} = \frac{12 \cdot 0,6}{120 \cdot 10^{-6} \cdot 25 \cdot 10^3} = 2,4 \text{ A}$$

$$I_{max} = I_L + \frac{\Delta I_L}{2} = 1,5 + 1,2 = 2,7 \text{ A}$$

$$I_{min} = I_L - \frac{\Delta I_L}{2} = 1,5 - 1,2 = 0,3 \text{ A} > 0$$

\Rightarrow Đóng liên tục

Để đưa có độ giàn $< 1\%$ cần sử dụng có điện dung

$$C \geq \frac{D}{R_f(\Delta V_D/V_0)} = \frac{0,6}{50 \cdot 25 \cdot 10^3 \cdot 1\%} = 48 \cdot 10^{-6} (\text{F})$$

\hookrightarrow Chọn tụ $100\mu\text{F}$

Để mạch hở có chế độ dòng liên tục thì $I_{min} \geq 0$

$$\hookrightarrow \frac{Vs}{(1-D)^2 R} - \frac{DT \cdot Vs}{2L} \geq 0$$

$$\Rightarrow \frac{1}{(1-D)^2 R} - \frac{D}{2Lf} \geq 0 \quad \Rightarrow L_{min} = \frac{D(1-D)^2 \cdot R}{2f} \quad (\#)$$

Chọn $L > L_{min}$ để đảm bảo

Để mạch yêu cầu ΔI_L thì có thể chọn

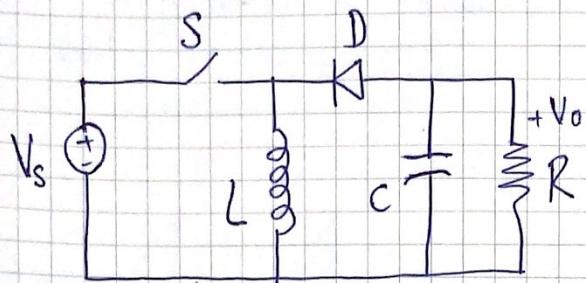
$$|| L = \frac{Vs \cdot DT}{\Delta I_L} = \frac{Vs \cdot D}{\Delta I_L \cdot f}$$

Từ đó thiđó dòng qua tụ ta thấy

$$|\Delta Q| = C \cdot \Delta V_o = \frac{V_o}{R} \cdot DT$$

$$\hookrightarrow || C = \frac{D \cdot T \cdot V_o}{R \cdot \Delta V_o} = \frac{D}{R \cdot f \cdot \left(\frac{\Delta V_o}{V_o}\right)} \quad (\$)$$

MẠCH BUCK - BOOST



* Khi S dẫn, D ngắt

$$V_L = V_S = L \cdot \frac{di}{dt}$$

$$\hookrightarrow L \cdot \frac{\Delta I_L}{T_{on}} = V_S \Rightarrow \boxed{\Delta I_{L(on)} = \frac{V_S \cdot DT}{L}}$$

* Khi S ngắt, D dẫn

$$V_L = V_0 = L \cdot \frac{di}{dt}$$

$$\hookrightarrow L \cdot \frac{\Delta I_L}{T_{off}} = V_0 \Rightarrow \boxed{\Delta I_{L(off)} = \frac{V_0 \cdot (1-D)T}{L}}$$

Khi mạch ở trạng thái xác lập thì trong mỗi chu kỳ độ biến thiên của dòng bằng 0 nên ta có:

$$\Delta I_{L(on)} + \Delta I_{L(off)} = 0$$

$$\hookrightarrow \frac{V_S \cdot DT}{L} + \frac{V_0 \cdot (1-D)T}{L} = 0$$

$$\hookrightarrow V_S \cdot D + V_0 \cdot (1-D) = 0$$

$$\hookrightarrow \boxed{V_0 = -\frac{D}{1-D} \cdot V_S}$$

giả thiết:

chu kỳ đóng ngắt: T

S dẫn, D ngắt trong thời gian DT

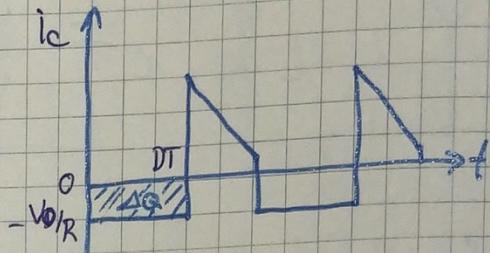
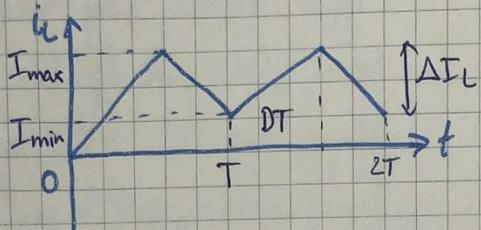
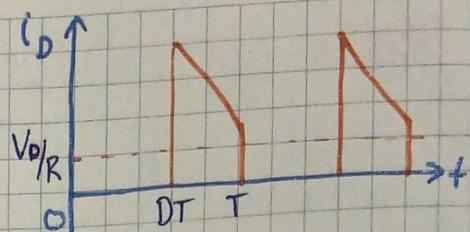
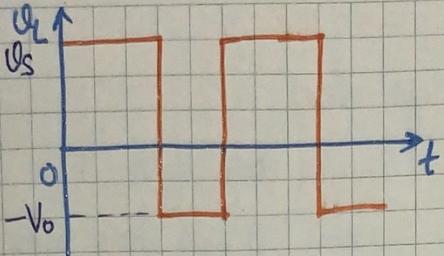
S ngắt, D dẫn trong thời gian (1-D)T

Mạch hoạt động cách nhau liên tục

Mạng đóng hoạt động trung hòa xác lập

Tuy C có điện dung rất lớn giờ V0 =

KI.ONG



gt k có tản hao trên linh kiện nên

$$P_o = \frac{V_o^2}{R} = P_S = V_s \cdot I_S$$

mà $I_S \cdot T = I_L \cdot T_{on}$

$$\frac{dI_L}{dt} =$$

$$\Leftrightarrow I_S = I_L \cdot D$$

$$\Leftrightarrow \frac{V_o^2}{R} = V_s \cdot I_L \cdot D \quad \Leftrightarrow I_L = \frac{V_o^2}{R \cdot V_s \cdot D}$$

Đóng tròn qua cuộn dây.

$$\Leftrightarrow I_L = \frac{V_s \cdot D}{(1-D)^2 \cdot R}$$

$$I_{max} = I_L + \frac{\Delta I_L}{2} = \frac{V_s \cdot D}{(1-D)^2 R} + \frac{V_s \cdot DT}{2L}$$

$$I_{min} = I_L - \frac{\Delta I_L}{2} = \frac{V_s \cdot D}{(1-D)^2 R} - \frac{V_s \cdot DT}{2L}$$

Để mạch không có dòng điện liên tục thì $I_{min} > 0$

$$\Leftrightarrow \frac{V_s \cdot D}{(1-D)^2 R} \geq \frac{V_s \cdot DT}{2L}$$

$$\Rightarrow 2L \geq \frac{(1-D)^2 \cdot R}{f}$$

$$\Leftrightarrow L_{min} = \frac{(1-D)^2 \cdot R}{2f}$$

Tùy đà thi dòng qua tụ c'':

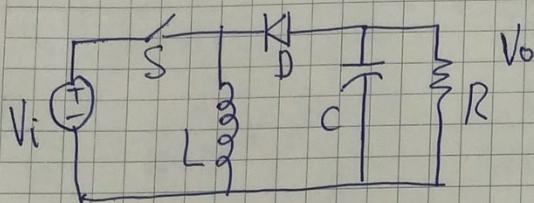
Độ gợn áp dụng:

$$|\Delta Q| = C \cdot \Delta V_o = \frac{V_o}{R} \cdot DT \Leftrightarrow \frac{\Delta V_o}{V_o} = \frac{D}{RC_f}$$

$$\Rightarrow C = \frac{V_o \cdot D}{R_f \cdot \Delta V_o} = \frac{D}{R_f (\Delta V_o / V_o)}$$

BÀI TẬP:

cho mạch Buck-Boost



$$V_i = 24 \text{ V}$$

$$D = 0,4$$

$$R = 5 \Omega$$

$$L = 20 \mu\text{H}$$

$$C = 80 \mu\text{F}$$

$$f = 100 \text{ kHz}$$

gs mạch hót s' cđô dđg lltuc

xđ:

$$+ V_o$$

+ Đóng & bình qua cuộn dây; I_{max}, I_{min}

+ Độ nhấp nhô của áp ứng

* S dân, D ngắt

$$V_L = V_i = L \frac{di}{dt} \Leftrightarrow \Delta I_L(\text{on}) = \frac{V_i \cdot DT}{L} = \frac{V_i \cdot D}{L \cdot f}$$

* S ngắt, D dân

$$V_L = V_o = L \cdot \frac{di}{dt} \Leftrightarrow \Delta I_L(\text{off}) = \frac{V_o \cdot (1-D)T}{L} = \frac{V_o(1-D)}{L_f}$$

đ' cđô xáy lắp g' thiến dđg qua cuộn dây b'j C

$$\Leftrightarrow \Delta I_L(\text{on}) + \Delta I_L(\text{off}) = 0$$

$$\Leftrightarrow \frac{V_i \cdot D}{L_f} + \frac{V_o(1-D)}{L_f} = 0 \Leftrightarrow V_o = \frac{-D}{1-D} \cdot V_i$$

$$\boxed{V_o = \frac{-D}{1-D} \cdot V_i}$$

KI.ONG

+ Đóng tr bình qua cuộn dây:

$$P_i = I_i \cdot V_i = P_o = \frac{V_o^2}{R} \quad | \Leftrightarrow I_L \cdot D \cdot V_i = \frac{V_o^2}{R}$$

mà $I_i \cdot T = I_L \cdot DT$

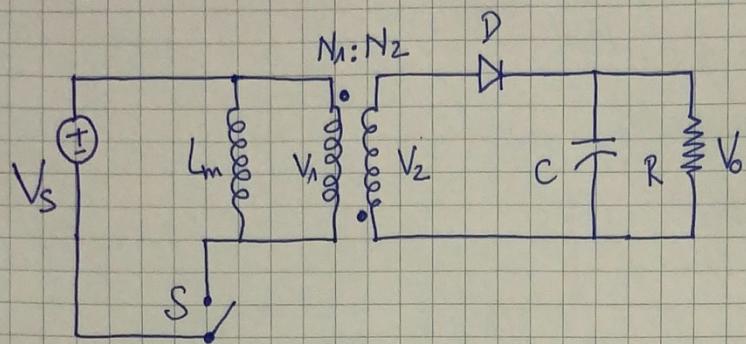
$$\Rightarrow I_L = \frac{V_o^2}{R \cdot D \cdot V_i} = \frac{D \cdot V_i}{R(1-D)^2} = \frac{V_o}{R(1-D)}$$

+ Đóng điện ln & nn qua cuộn dây:

$$I_{\max} = I_L + \frac{\Delta I_L}{2} = \frac{V_o^2}{R \cdot D \cdot V_i} + \frac{V_o(1-D)}{2L_f} = \frac{V_o}{R(1-D)} + \frac{V_o(1-D)}{2L_f}$$

$$I_{\min} = I_L - \frac{\Delta I_L}{2} = \frac{V_o^2}{R \cdot D \cdot V_i} - \frac{V_o(1-D)}{2L_f} = \frac{V_o}{R(1-D)} - \frac{V_o(1-D)}{2L_f}$$

BỘ BIẾN ĐỔI FLYBACK



giả thiết...

* Khi S dẫn; D ngắt

$$V_1 = V_s = L_m \cdot \frac{d i_{Lm}}{dt}$$

$$\Rightarrow \frac{\Delta I_{Lm}}{T_{on}} = \frac{V_s}{L_m} \quad \Rightarrow \boxed{\Delta I_{Lm(on)} = \frac{V_s \cdot D}{L_m \cdot f}} \quad (A)$$

Vậy điện áp phía thứ cấp máy biến áp:

$$V_2 = \frac{N_2}{N_1} \cdot V_1 = \frac{N_2}{N_1} \cdot V_s \quad (V)$$

$$\Rightarrow V_D = -V_0 - \frac{N_2}{N_1} \cdot V_s$$

Diode mở nên $I_2 = 0 \Rightarrow I_1 = 0$ (thực tế dòng qua sò cấp tăng tuyến tính)

* Khi S ngắt; D dẫn

S ngắt, dòng qua cuộn dây sẽ qua cuộn N_1 , N_2 & làm D_1 dẫn

$$V_1 = -\frac{N_1}{N_2} \cdot V_0 = L_m \cdot \frac{d i_{Lm}}{dt}$$

$$\Rightarrow \frac{\Delta I_{Lm}}{T_{off}} = -\frac{V_0}{L_m} \cdot \frac{N_1}{N_2}$$

$$\Rightarrow \Delta I_{L(off)} = -\frac{V_0 (1-D)}{L_m \cdot f} \cdot \frac{N_1}{N_2}$$

giả thiết: mạch hở ở chế độ xác lập cộng điện k đổi nên ta có.

$$\Delta I_{L(on)} + \Delta I_{L(off)} = 0$$

$$\Leftrightarrow \frac{V_S \cdot D}{L_m f} - \frac{V_0(1-D)}{L_m f} \cdot \frac{N_2}{N_1} = 0$$

$$\Leftrightarrow V_S \cdot D - V_0(1-D) \cdot \frac{N_2}{N_1} = 0$$

$$\Leftrightarrow V_0 = \frac{D}{1-D} \cdot \frac{N_2}{N_1} \cdot V_S$$

Khi S rất:

$$i_D = -i_L \cdot \frac{N_2}{N_1} = i_{Lm} \cdot \frac{N_2}{N_1}$$

$$V_{SW} = V_S - V_L = V_S + V_0 \frac{N_2}{N_1}$$

$$i_R = \frac{V_0}{R}$$

$$i_C = i_D - i_R$$

* CS tiêu thụ trên tải bằng công suất cung cấp bởi nguồn:

$$P_S = V_S \cdot I_S$$

$$P_0 = V_0 \cdot I_0 = \frac{V_0^2}{R}$$

$$\Rightarrow V_S \cdot I_S = \frac{V_0^2}{R} \Rightarrow V_S \cdot I_{Lm} \cdot \frac{DT}{T} = \frac{V_0^2}{R}$$

$$\Leftrightarrow I_{Lm} = \frac{V_0^2 \cdot D}{R \cdot (1-D)^2} \left(\frac{N_2}{N_1} \right)^2 = \frac{V_0}{R(1-D)} \cdot \left(\frac{N_2}{N_1} \right)$$

Dòng lớn nhất & nhỏ nhất qua I_{Lm} :

$$I_{Lmax} = I_{Lm} + \frac{\Delta I_{Lmax}}{2} = \frac{V_S \cdot D}{R(1-D)^2} \left(\frac{N_2}{N_1} \right)^2 + \frac{V_S \cdot D}{2L_m f}$$