In the name of Allah

Analysis of isolated SEPIC converter

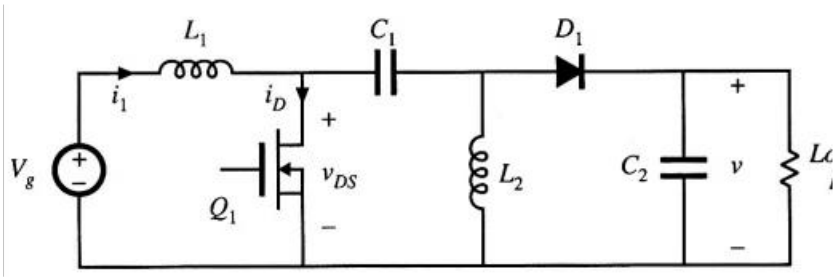
Yaser amiri

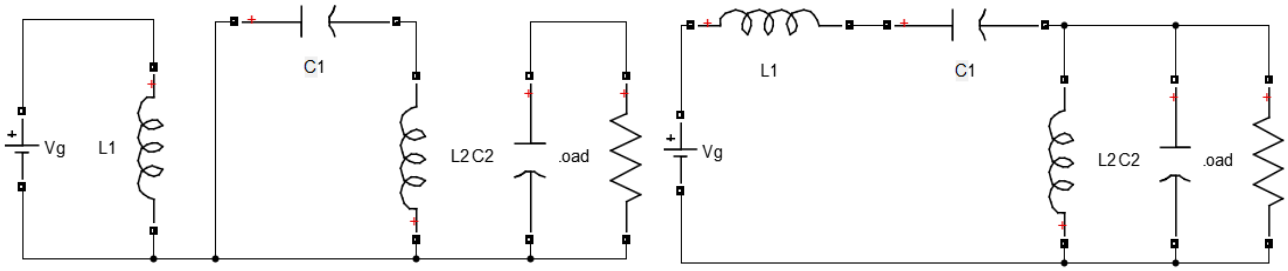
Shahid rajaee university

2019/26/11

پیش از این در فصل‌دوم (principles of Steady-State Converter Analysis)تمرین ۲,۲ با مبدل SEPIC غیر ایزوله و تحلیل حالت ماندگار آن آشنا شدیم. برای تحلیل قابل درک تر نوع ایزوله آن ، ابتدا به صورت مختصر مجددا نوع غیر ایزوله را تحلیل می کنیم.

Non-isolated SEPIC





با توجه به وضعیت کلیدزنی و صرف نظر از Ripple معادلات زیر بدست می آید

$$< V_{L1} >= V_g - D'V_{c1} - D'V$$

$$< V_{L2} >= DV_{c1} - D'V$$

$$< I_{c1} >= -DI_{L2} + D'I_{L1}$$

$$< I_{c2} >= -D\frac{V}{R} + D'(I_{L1} + I_{L2} - \frac{V}{R})$$

از معادله دوم داریم

$$DV_{c1} = D'V$$

$$V = \frac{D}{D'}V_{c1}$$

با قرار دادن این معادله در معادله اول:

$$V_g - D'V_{c1} - D'\left(\frac{D}{D'}V_{c1}\right)$$

$$V_g - D'V_{c1} - DV_{c1}$$

$$V_g - V_{c1} + DV_{c1} - DV_{c1}$$

$$V_g = V_{c1}$$

در نتیجه خواهیم داشت

$$V_g = \frac{D'}{D}V$$

$$M(D) = \frac{V}{V_g} = \frac{D}{D'}$$

همچنین برای جریان ها داریم :

$$I_{L1} = \frac{D}{D'}I_{L2}$$

$$-D\frac{V}{R} + D'(\frac{D}{D'}I_{L2} + I_{L2} - \frac{V}{R})$$

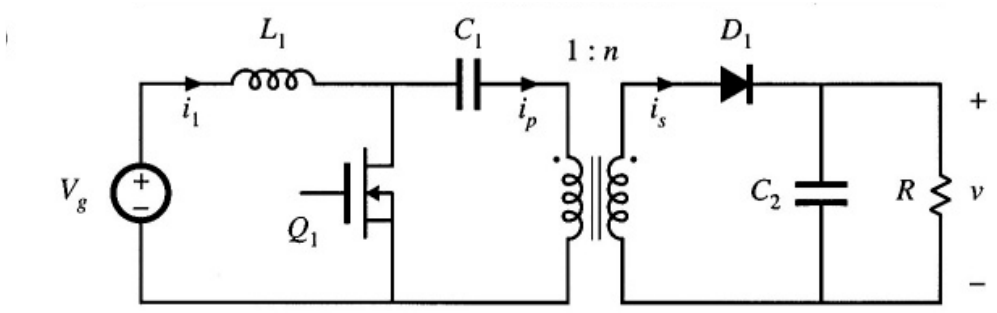
$$DI_{L2} + D'I_{L2} = \frac{V}{R}$$

$$I_{L2} = \frac{V}{R} = \frac{DV_g}{D'R}$$

$$I_{L1} = \frac{DV}{D'R} = (\frac{D}{D'})^2\frac{V_g}{R}$$

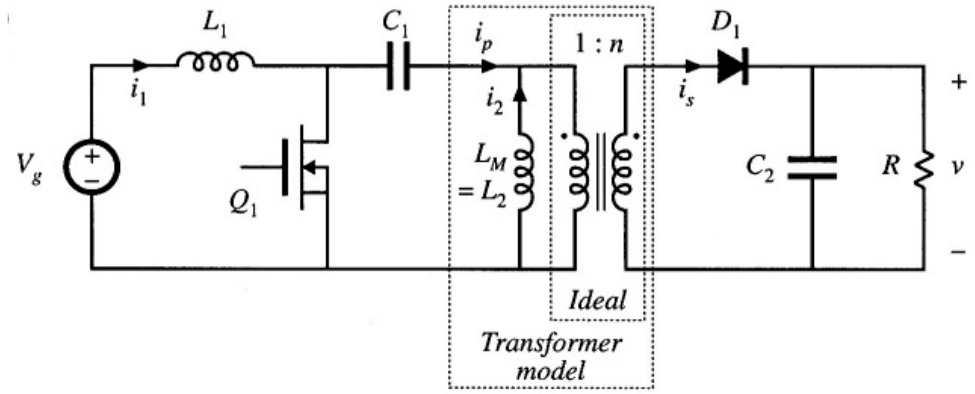
Isolated SEPIC

برای تبدیل این مبدل به یک مبدل ایزوله ، می توانیم به جای سلف L2 که یک سر آن زمین شده است، یک ترانسفورماتور با نسبت تبدیل 1:n قرار دهیم.



از آنجا که ترانس به جای سلف واقعی مدار (L2) قرار می گیرد ، نمی توانیم از Lm صرف نظر کنیم. به همین منظور از یک سلف موازی با اولیه به عنوان Lm استفاده می کنیم که جهت جریان در آن مشابه جهت جریان در سلف L2 در حالت غیر ایزوله است. همچنین Lm وظیفه ذخیره سازی انرژی L2 را نیز انجام می دهد.واضح است که دلیل جاری شدن جریان در Lm یا L2 به سمت نشان داده شده در شکل ، وجود دیود D1 می باشد.

Transformer model



$i_p(primery\ current)$:

★در وضعیت ۱ با وصل Q1 ، I_{L1} وارد ترانس نمی شود و مسیر خود را از طریق Q1 می بندد در نتیجه جریان اولیه برابر است با معکوس جریان دشارژ Lm($i_p = -i_2$) و با توجه به جهت جاری شدن جریان ، در سمت ثانویه دیود در بایاس عکس قرار گرفته و هدایت نمی‌کند.

★در وضعیت ۲ با قطع Q1 کل جریان منبع به اولیه ترانس وارد می شود ($i_p = i_1$) در این حالت دیود در بایاس مستقیم قرار گرفته و هدایت می کند.

$i_s(secondary\ current)$:

★جریان ثانویه در این مبدل به شرایط دیود وابسته است . در وضعیت یک با توجه به توضیحات فوق ، دیود هدایت نمی کند در نتیجه:

$$i_s = 0$$

★در وضعیت ۲ ، جریان i_1 به طور کامل وارد اولیه ترانس شده و با نسبت تبدیل $1/n$ به ثانویه منتقل می گردد. همچنین جریان مغناطیس کنندگی ($i_m = i_2$) نیز به ثانویه منتقل می شود.

در نتیجه داریم:

$$\frac{I_P}{I_s} = \frac{n_s}{n_p}$$

$$\frac{I_1 + I_2}{I_s} = \frac{n}{1}$$

$$I_S = \frac{I_1 + I_2}{n}$$

★جریان های i_1 و i_2 از طریق روابط ولتاژ بالانس مشابه حالت غیر ایزوله بدست می آیند.

برای i_1 در وضعیت های یک و دو به ترتیب داریم.

$$V_{L1} = V_g \;\&\; V_g - V_{c1} - V_{load}$$

در نتیجه :

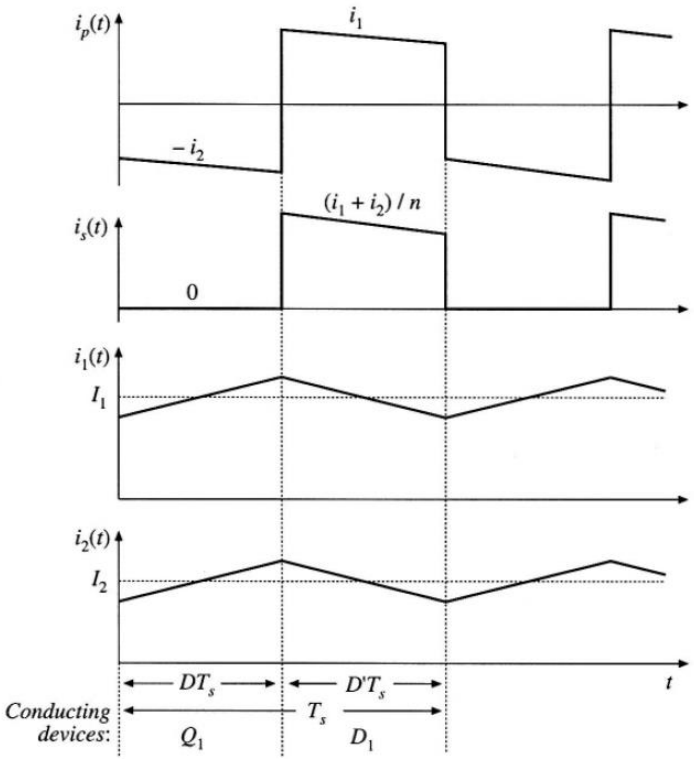
$$I_{L1} = \frac{V_g}{L_1} \;\&\; \frac{V_g - V_{c1} - V_{load}}{L_1}$$

و برای i_2 :

$$V_{L2} = V_{c1} \;\&\; -V_{load}$$

بنابراین:

$$I_{L2} = \frac{V_{c1}}{L_2} \;\&\; \frac{-V_{load}}{L_2}$$



شیب منحنی های i_s و i_p به دلیل وابستگی آنها به i_1 و i_2 ایجاد شده است. چنانکه مشاهده می شود در وضعیت یک شیب i_2 مثبت و در حال زیاد شدن است در نتیجه منحنی i_p در سمت منفی افزایش می یابد. در وضعیت دو شیب منفی i_1 و i_2 باعث منفی شدن شیب i_s و i_p می گردد.

نسبت تبدیل مبدل در حالت غیر ایزوله را قبلا محاسبه نمودیم و مقدار آن برابر شد با :

$$M(D) = \frac{V}{V_g} = \frac{D}{D'}$$

در حالت ایزوله یک عامل کنترلی دیگر برای مبدل ایجاد می شود و آن نسبت تبدیل یا همان تعداد دور سیم پیچ های ترانس می باشد:

$$M(D) = \frac{V}{V_g} = \frac{nD}{D'}$$

End

Analysis of isolated SEPIC converter

Yaser amiri

Shahid rajaee university

2019/26/11