دانشکده مهندسی

گروه برق

پایان‌نامه کارشناسی

گرایش: **الکترونیک**

عنوان :

مبدل بوست DC به DC (PWM) با کنترل پیشخور

استاد راهنما: **دکتر مریخ بیات**

نگارش: : **مهدی آدینه لو**

تیر ۸۹

فهرست .....صفحه

فصل اول

کنترل پیشخور.....4

اساس کار افزایش پله‌ای 5

مبدل‌های بوست 8

فصل دوم

مبدل بوست DC به DC (PWM)با کنترل پیشخور.....13

چکیده. 13

مقدمه. 14

اصول عملکرد بوست. 15

مدار کنترلی پیشخور با بافر معکوس کننده... 20

طراحی مدار.. 21

نتایج تجربی.... 25

نتیجه گیری... 27

ضمائم 28

منابع.....59

فصل اول

1-1-کنترل پیشخور

یکی از کابردهای مهم فیدبک دفع اغتشاش است.اشکال استفاده از حلقه فیدبک برای دفع اغتشاش آن است که ابتدا باید به ورودی فرایند وارد شده و تولید خطا نماید تا سپس فیدبک بتواند اثر آن را خنثی کند. اگر به طریقی بتوان اغتشاش را اندازه گیری کرد در آن صورت می توان قبل از آن که اغتشاش تولید خطا نماید اثر آن را ازبین برد. این روش دفع اغتشاش کنترل پیشخور نامیده می شود.

با استفاده از فیدبک می توان اغتشاشاتی را که در محدوده پهنای باند سیستم حلقه بسته قرار دارند تضعیف کرد در حالی که کنترل پیشخور می تواند برای از بین بردن اغتشاشات سریعتر نیز مورد استفاده قرار گیرد . کنترل پسخور ذاتا حساسیت نسبتا کمی به تغییرات و نامعینی ها در مدل فرایند دارد اما کنترل پیشخور از این نظر بسیار تاثیرپذیر است. از طرف دیگر استفاده از فیدبک می تواند منجر به بروز ناپایداری شود در حالی که کنترل پیشخور چنین مشکلی ندارد.

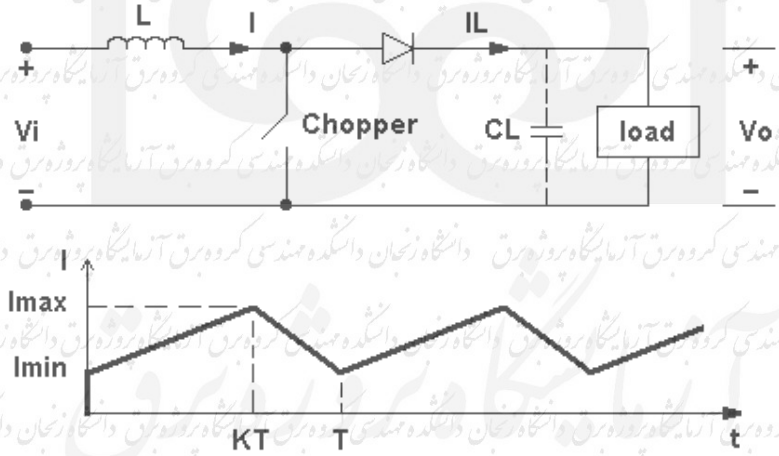
1-2 اساس کار افزایش پله‌ای

از چاپر می‌توان جهت بالا بردن ولتاژ dc استفاده کرد که در شکل 1-2 یک نمونه از آن نشان داده شده است. هنگامی که کلید SW به مدت t_1 بسته می‌شود. جریان سلف افزایش می‌یابد و در سلف L انرژی ذخیره می‌شود. اگر کلید به مدت t_2 باز شود، جریان ذخیره شده در سلف از طریق دیود D_1 به بار منتقل می‌شود وجریان سلف کاهش می‌یابد. با فرض برقرار بودن جریان به طور پیوسته شکل موج جریان سلف در شکل 1-2 نشان داده شده است.

هنگامی که چاپر روشن می‌شود، ولتاژ سلف برابر خواهد بود با $v_L = L\frac{di}{dt}$ که جریان ریپل پیک تا پیک سلف را به صورت زیر می‌دهد:

ولتاژ خروجی لحظه‌ای برابر خواهد بود با:

$v_o = V_i$ -



شکل 1-1 آرایش عملکرد افزایش پله‌ای

اگر یک خازن بزرگ C_L به دو سر بار همانطور که با خط چین در شکل 1-1 نشان داده شده متصل شود، ولتاژ خروجی پیوسته خواهد بود و v_o برابر مقدار متوسط V_a می‌شود. از رابطه‌ی 1-2

می توان دریافت که ولتاژ دو سر بار را با تغییر سیکل کاری k می‌توان بالا برد و حداقل ولتاژ خروجی V_i هنگامی خواهد بود که $k = 0$ باشد. اما چاپر نمی‌تواند به طور پیوسته روشن شود به طوری که $k = 1$ باشد. برای مقادیر k که به سمت یک میل می‌کنند، ولتاژ خروجی خیلی زیاد و خیلی حساس به تغییرات k می‌شود.

و به صورت زیر بیان می‌شود:

که در آن I_1 جریان اولیه برای حالت اول است.

در حالت اول جریان باید صعود کند و شرط آن برابر است با

جریان حالت دوم از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید

که پس از حل خواهیم داشت

که در آن I_2 جریان اولیه برای حالت دوم است. در یک سیستم پایدار، جریان باید نزول کند و شرط آن به شکل زیر است

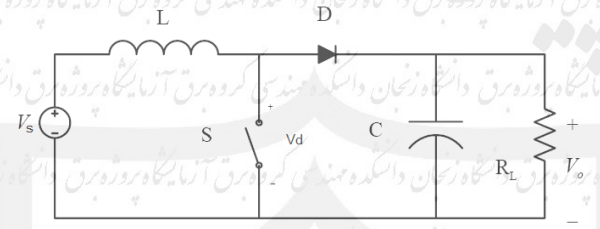
اگر شرط فوق برقرار نشود، جریان سلف به صعود خود ادامه می‌دهد و یک وضعیت ناپایدار پیش می‌آید. بنابراین شرایط انتقال توان قابل کنترل برابر خواهد بود با

از رابطه‌ی 1-5 معلوم می‌گردد که ولتاژ منبع V_i باید از ولتاژ E کمتر باشد تا انتقال توان از یک منبع ثابت (یا متغیر) به یک ولتاژ dc ثابت ممکن گردد.

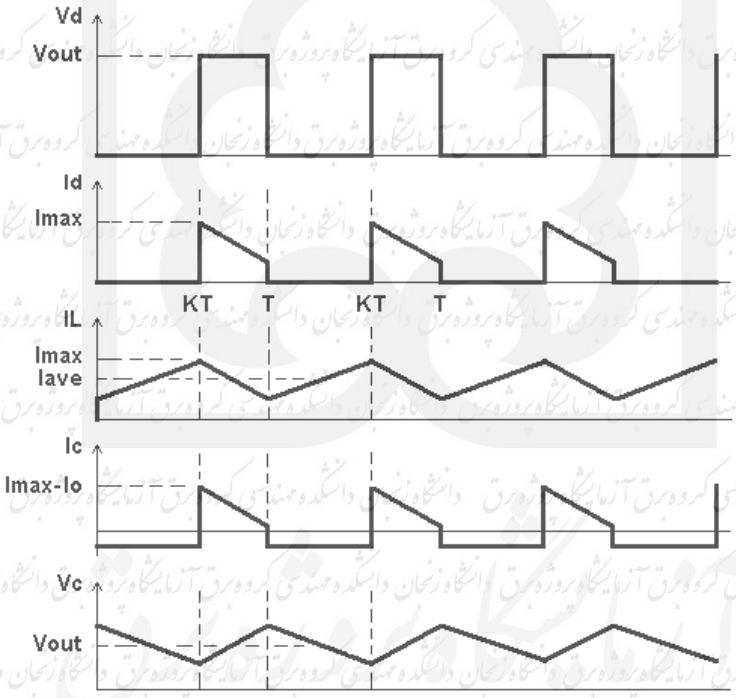
هنگامی که چاپر روشن می‌شود، انرژی از منبع V_i به سلف L منتقل می‌گردد. اگر چاپر خاموش شود مقداری از انرژی ذخیره شده در سلف به باتری E برمی‌گردد.

1-3 مبدل‌های بوست

در مبدل بوست ولتاژ خروجی بیش‌تر از ولتاژ ورودی است. یک مبدل بوست در شکل 1-2 الف نشان داده شده است. طرز کار مدار را می‌توان به دو حالت تقسیم کرد. حالت اول، با روشن شدن کلید S در لحظه‌ی $t = 0$ آغاز می‌شود. جریان صعودی ورودی از سلف L و کلید می‌گذرد. حالت دوم، هنگامی شروع می‌شود که کلید S در $t = t_1$ خاموش می‌شود. جریانی که تا به حال از کلید عبور می‌کرد، حالا از L، C، بار و دیود D عبور می‌کند. جریان سلف کاهش می‌یابد تا این که کلید S در سیکل بعد دوباره روشن شود. انرژی ذخیره شده در سلف به بار منتقل می‌شود. شکل موج‌های ولتاژها و جریان‌ها برای حالتی که جریان بار پیوسته باشد، در شکل 1-2 ب نشان داده شده‌اند.



الف) نمودار مدار



ب) شکل موج‌ها

شکل 1-2 مبدل بوست با جریان بار پیوسته

با فرض آن که جریان سلف به صورت خطی از I_1 تا I_2 در زمان t_1 افزایش یابد، خواهیم داشت:

یا

و جریان سلف به صورت خطی از I_2 تا I_1 در زمان t_2 نزول می‌کند،

یا

که $\Delta I = I_2 - I_1$ جریان ریپل پیک تا پیک سلف L است. با برابر قرار دادن مقدار ΔI در روابط 1-7 و 1-5 خواهیم داشت:

اگر $t_1 = kT$ و $t_2 = (1-k)T$ را قرار دهیم، مقدار متوسط ولتاژ خروجی برابر می‌شود با:

اگر فرض کنیم مدار بدون تلفات باشد، $V_s I_s = V_o I_o = V_s I_o/(1-k)$ و مقدار متوسط جریان ورودی خواهد شد:

دوره تناوب کلیدزنی T را می‌توان به صورت زیر بیان کرد:

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

که جریان ریپل پیک تا پیک را به شرح زیر می‌دهد:

یا

هنگامی که کلید روشن است، خازن برای $t = t_1$ جریان بار را تامین می‌کند. مقدار متوسط جریان خازن در مدت t_1 برابر $I_c = I_o$ است و ولتاژ ریپل پیک تا پیک خازن برابر است با:

$$= \frac{I}{-}$$

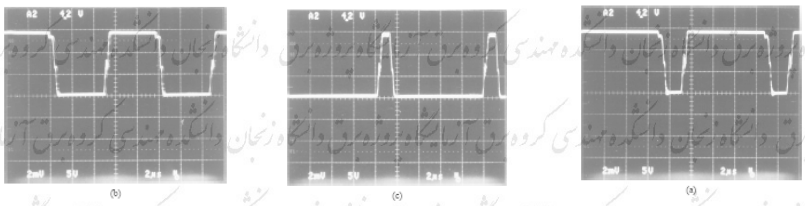
از رابطه‌ی 10، $t_1 = (V_o - V_s)/(V_o f)$ به دست می‌آید که با جای‌گزینی آن در رابطه‌ی 1-15 خواهیم داشت:

2-6- نتایج تجربی

یک مبدل PWM بوست بامدار کنترلی پیشخور در شکل 2-1 نشان اداده می شود . مبدل با استفاده از TRF530 ساخته شده است . ولتاژ ورودی DC ، V_I بین 3 تا 12 ولت است و ولتاژ های خروجی 14V ، و مقاومت بار بین 20 تا 200 . مدار کنترلی پیشخور با استاندارد بین المللی LF357 آمپ امپ با 50 Slew rate ساخته شده است . یک حلقه فیدبکی منفی در مبدل تست شده نشان داده نمی شود.

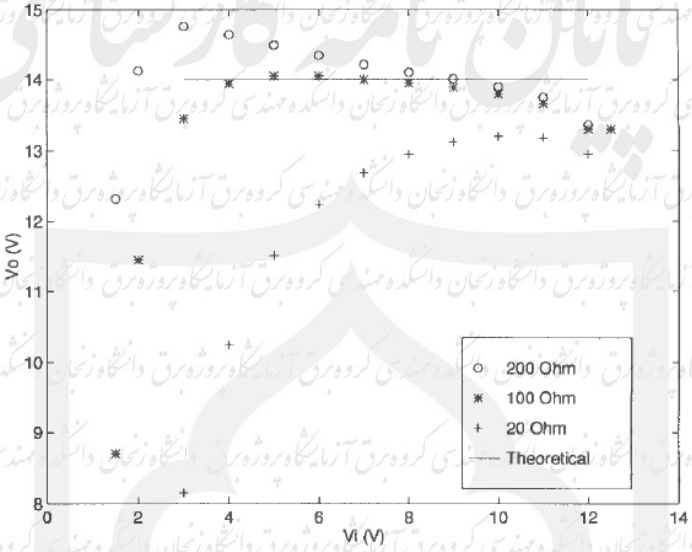
شکل موج ولتاژ گیت به سورس V_{GS} در شکل 2-5 نشان داده شده است برای مقادیر ولتاژ ورودی V_I=4,7,12 در مقاومت بار ثابت ، همانطور که انتظار می رود ، چرخه کاری D با افزایش ولتاژ ورودی ، کاهش می یابد.

شکل 2-6 طرح محاسباتی ولتاژ خروجی مبدل بر حسب ورودی مبدل در بار ثابت را نشان می دهد . یک طرح تئوری نیز در شکل نشان دهده شده است . مشاهده می شود که مقادیر محاسبه شده و اندازه گیری شده D در نسبت خوبی هستند ، بجز در مقایسه بسیار پایین V_I و R . بازده و کارایی مبدل بوست وابسته به ولتاژ ورودی DC و مقاومت با r است . در مثال زیر ، حداقل مقادیر ورودی dc بسیار پایین است (از درجه 2) که منجر به مقادیر پایین بازده مبدل می شود .



شکل 2-5 تصویر v_{gs} برای ورودی های مختلف(a)

v_i=4v (D=0.8) ,(b) v_i=7v (D=0.5) ,(c) v_i=12v (D=0.1)



شکل 2-6

در R=20 ،تغییر ولتاژ خروجی 2/95 برای تغییر ورودی 8 است . پس ، رگولاسیون خط به ازای 1 ولت برابر ٪2/6 است.

2-7- نتیجه گیری

یک مدار کنترلی پیشخور با مدولاسیون ولتاژ مرجع مناسب برای مبدل PWM بوست معرفی می شود . یک تئوری ساده برای این مدار به صورت تجربی توسعه و شناخته شده است . مدار کنترلی پیشخور اجازه تقویت رگولاسیون خط ولتاژ خروجی مبدل در گستره بزرگی از ولتاژ ورودی می دهد . رگولاسیون خط در مقاومت بار بالا بهتر است . رگولاسیون بار خوب است . در نتیجه ، مبدل بدون حلقه کنترلی منفی در بعضی کاربردها استفاده می شود . نشان داده شده که مدولاسیون پیک ولتاژ دندانه اره ای ، رگولاسیون خط خوب مبدل PWM بوست نمی دهد.

✓ **منابع**

[1] Kazimierczuk, Marian K. and Massarini, Antonio, "Feedforward Control of DC–DC PWM Boost Converter" , IEEE, FEBRUARY 1997

[2] مریخ بیات , فرشاد, "مدل سازی و کنترل صنعتی" ,تهران, انتشارات نص, 1388