

Convertorul ridicător (boost)

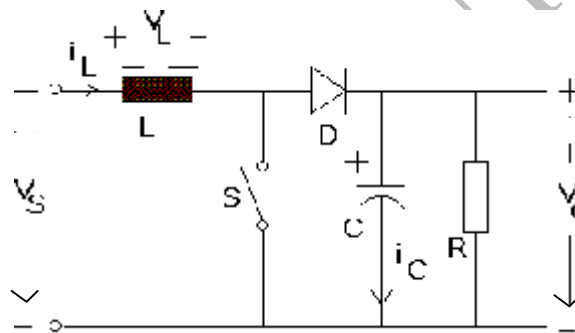
1. Introducere

Convertorul boost, de asemenea cunoscut ca convertorul ridicător (step-up), este un alt convertor care lucrează în comutație și are aceleași componente ca și convertorul buck, dar acesta produce o tensiune de ieșire stabilizată **mai mare** decât cea de la intrare, de la sursa nestabilizată/stabilizată de alimentare. Noțiunile de bază asupra convertoarelor de c.c.-c.c. în comutație au fost prezentate la convertorul BUCK, de aceea aici se va trece la descrierea directă a convertorului BOOST.

Convertorul boost ideal este construit din cinci componente de bază: comutatorul semiconductor de putere, o diodă, un inductor, o capacitate și un controler PWM. La convertorul boost sunt altfel aranjate componentele decât la convertorul buck. Circuitul de bază este prezentat în figura 1.

Figura 1.

*Circuitul de bază a
convertorului ridicător*

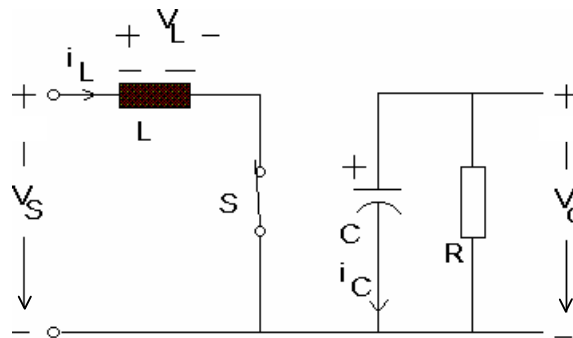


Principiul de bază de funcționare a circuitului din Figura 1 este închiderea și deschiderea comutatorului. Când comutatorul este ON (închis), curentul prin inductor crește și energia înmagazinată în inductanță, crește. Când comutatorul este deschis, curentul din inductanță continuă să circule prin dioda D, RC și înapoi spre sursă. Energia din inductor este descărcată pe sarcină prin dioda D; dioda este polarizată corect, deci, terminalul inductanței conectat la anodul diodei este mai pozitiv decât terminalul conectat la sursa de alimentare. Pe anodul diodei avem o tensiune mai mare ca cea de pe catod, adică tensiunea de ieșire este egală cu tensiunea de intrare plus tensiunea generată de inductanță, adică: tensiunea de ieșire este mai mare decât cea de intrare. De aici convertorul se spune că este ridicător. Inductorul se comportă ca o „pompă”, absoarbe energia de la sursă când comutatorul este închis, și o transferă spre rețeaua RC când comutatorul este deschis.

Când comutatorul este închis, dioda nu conduce, iar capacitatea C alimentează rezistența de sarcină ce menține tensiunea de ieșire. Circuitul se poate rupe în două părți, ca în figura 2. Atâta timp cât constanta de timp RC este mult mai mare decât durata de timp cât comutatorul este închis, tensiunea de ieșire va rămâne aproximativ constantă.

Figura 2.

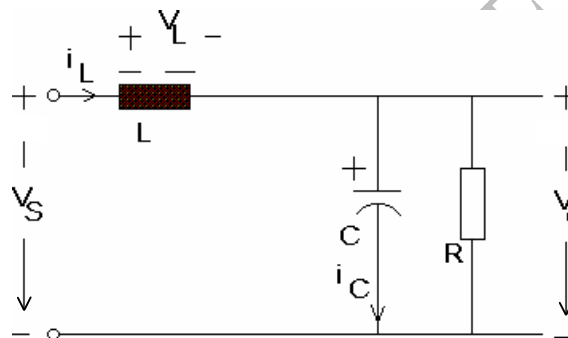
Starea circuitului cu comutatorul închis



Când comutatorul este deschis, circuitul echivalent acestei stări este arătat în figura 3. În acest caz este un singur subcircuit independent.

Figura 3.

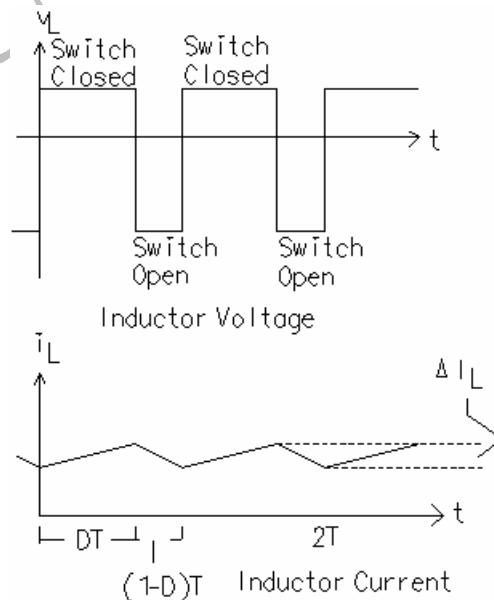
Starea circuitului cu comutatorul deschis



Formele de undă reprezentative ale circuitului pot fi văzute în figura 4.

Figura 4.

Formele de undă ale tensiunii și curentului pentru inductorul L



Când comutatorul este închis, tensiunea de intrare este pusă în paralel cu inductorul, aceasta determină creșterea liniară a curentului prin acesta:

$$i_{L(ON)} = \frac{(V_S)t_{ON}}{L}$$

Electronică de Putere

Când comutatorul se deschide, tensiunea indusă de inductor, se sumează cu cea de la intrare și cade pe sarcină prin diodă. Iar curentul începe să scadă liniar, datorită tensiunii constante la bornele inductanței. Deci forma de undă pe această porțiune este dată de:

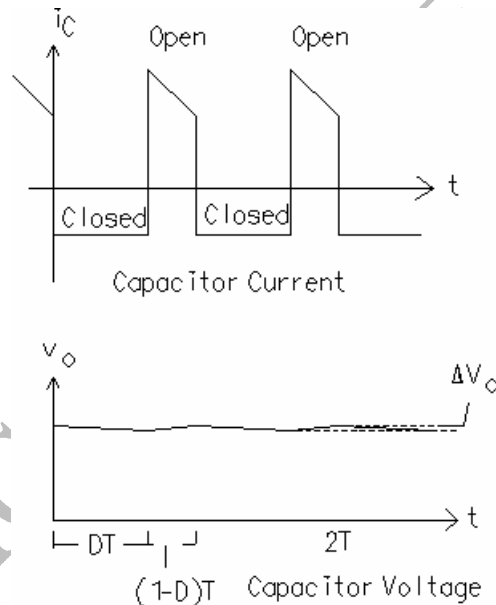
$$i_{L(OFF)} = \frac{(V_O - V_S)t_{OFF}}{L}$$

Caracteristica de reglaj a convertorului: $V_O = \frac{V_S}{1-D}$, unde D – factorul de umplere a unde

dreptunghiulare de comandă a comutatorului. Valoarea lui D poate varia de la 0 la 1 și de aici se poate observa că tensiunea de ieșire este mai mare ca tensiunea de la intrare. Valoarea minimă a tensiunii de ieșire este la $D = 0$, și este egală cu tensiunea de alimentare. Când D se apropie de unitate, tensiunea de ieșire tinde spre infinit. Practic, factorul D este variat între 0.1 și 0.9.

Figura 5.

Formele de undă pentru
capacitatea de filtrare



Forma de undă a curentului prin capacitate urmărește forma curentului prin inductor când comutatorul este deschis, capacitatea se încarcă, și este negativ datorită descărcării energiei pe sarcină când comutatorul este închis.

Tensiunea filtrată pe condensator are un anumit riplu, care este de obicei foarte mic. În figura de mai sus, acesta a fost exagerat, pentru a putea fi pus în evidență.

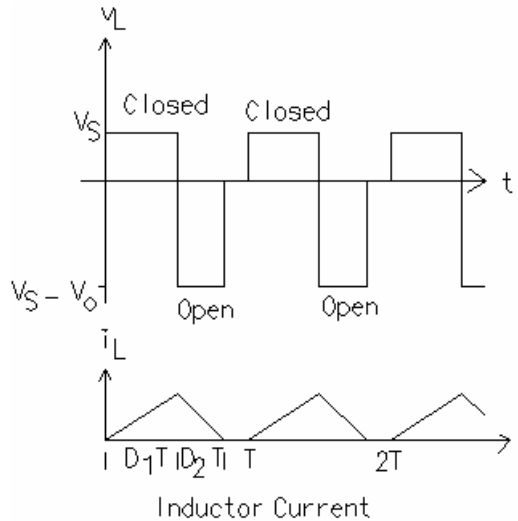
2. Regimul de conducție discontinuă a convertorului boost

În figura 4, am văzut formele de undă a curentului prin inductanță. Acesta este liniar crescător pentru durata de conducție a comutatorului și liniar descrescător pe durata de neconducție a comutatorului. În acest caz conducția este continuă deoarece curentul nu se anulează, adică atunci când curentul prin inductanță scade, acesta nu ajunge la zero.

Dar dacă avem un curent mai mare de descărcare, acesta poate ajunge la zero, și atunci se anulează tensiunea pe inductor. Deoarece dioda se va bloca la anularea curentului, inductanța este deconectată, iar sarcina se alimentează din condensatorul de ieșire. Acesta este regimul de conducție discontinuă.

Figura 6.

Formele de undă pe inductor în regimul de conducție discontinuă.



Pe durata de timp D_1T comutatorul conduce, curentul prin inductor crește. Pe durata $(1 - D_1)T$ comutatorul este blocat, curentul prin inductor scade, dar acesta scade pe durata D_2T , după care este nul, deci și tensiunea pe el este nulă.

Pentru regimul de conducție discontinuă se poate scrie: $(D_1 + D_2) < 1$. Iar caracteristica de reglaj devine:

$$V_o = V_s \times \left[\frac{D_1 + D_2}{D_2} \right]$$

Valoarea D_1 de obicei este cunoscută, iar durata D_2 depinde de parametrii de circuit și nu este bine precizată. Această durată poate fi determinată în mai multe moduri. Funcție de parametrii de circuit:

$$D_2 = \frac{fL}{RD_1} \times \left[1 + \sqrt{1 + \frac{2RD_1^2}{fL}} \right]$$

această ecuație arată că durata D_2 este dependentă de rezistența de sarcină, frecvența de lucru și valoarea inductanței.

Deci, în acest caz, tensiunea de ieșire va fi dependentă de parametrii de circuit.

Există și un **regim de conducție critic** – regimul de lucru în care $D_1 + D_2 = 1$. Acesta este regimul limită prin care se trece de la conducția continuă la cea discontinuă.

Lucrarea Practică

Lucrarea de laborator folosește circuitul integrat MC34063 produs de compania ON Semiconductor, având următorii parametri:

- tensiune de alimentare: 3V – 40V
- curent de standby redus
- limitare de curent
- curent de ieșire până la 1.5A
- tensiune de ieșire reglabilă
- referință de tensiune internă cu precizie de 2% (1,25V)

În Fig. 7 se dă schema internă a circuitului integrat MC34063, iar în Fig. 8 se dă schema electronică a lucrării de laborator.

În laborator se vor executa următoarele operații:

- cu ajutorul osciloscopului se va vedea forma de undă a tensiunii de pe inductanță.
- se înlocuiește rezistența R1 cu un potențiomtru și se măsoară tensiunea de ieșire modificând treptat valoarea rezistenței potențiometrului.

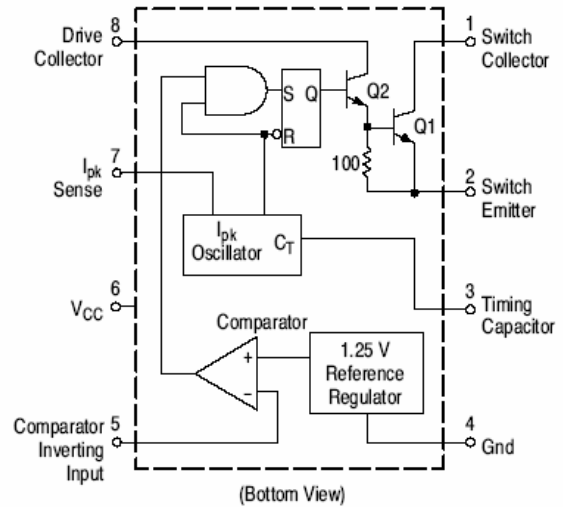


Fig. 7 Schema internă a circuitului integrat MC34063

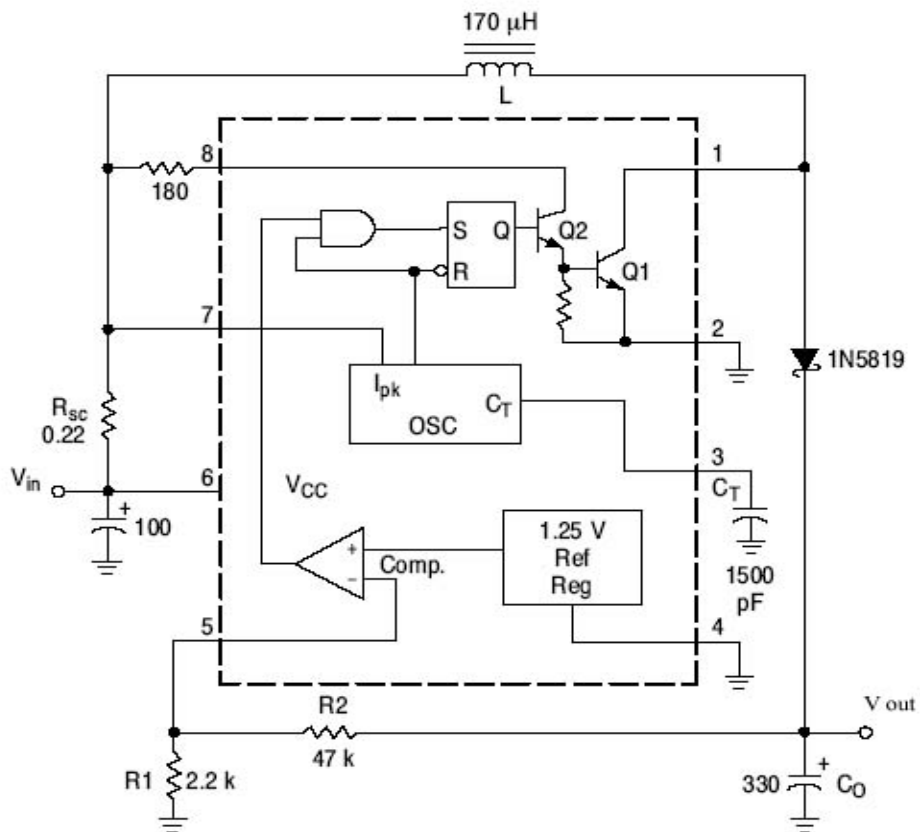


Fig. 8 Schema electronica a lucrării de laborator, pentru convertorul ridicator (boost)