

Convertorul mixt de curent continuu (buck-boost)

Există aplicații ale convertoarelor în care tensiunea de ieșire trebuie să poată fi modificată în limite situate sub și peste tensiunea de intrare. Mai mult decât atât, tensiunea de la ieșire este inversată față de tensiunea de la intrare. Schema convertorului este dată în Fig. 1. Tranzistorul Q se comandă după aceeași logică ca la convertoarele anterioare, menținându-se saturat pe intervalul $t \in [0, dT]$ și blocat pe $t \in [dT, T]$, funcționarea trebuind analizată separat pe fiecare interval.

a) intervalul I, $t \in [0, dT]$. Menținând aceleași ipoteze simplificatoare și observând că dioda D este blocată deoarece este polarizată invers, circuitul echivalent va fi cel din Fig. 2. Pe baza sa se pot scrie relațiile:

$$v_L = V_1 = L \frac{di_L}{dt} \quad t \in [0, dT] \quad (1)$$

$$i_Q = i_L = I_{Lm} + \frac{V_1}{L}t \quad t \in [0, dT] \quad (2)$$

b) intervalul II, $t \in [dT, T]$. Tranzistorul Q este blocat, iar curentul menținut de inductanța L se va închide prin circuitul de sarcină și dioda D, formându-se circuitul echivalent din Fig. 3. Deci:

$$v_L = -V_2 = L \frac{di_L}{dt} \quad t \in [dT, T] \quad (3)$$

$$i_D = i_L = I_{Lm} - \frac{V_2}{L}(t - dT) \quad t \in [dT, T] \quad (4)$$

Pe baza relațiilor (1)-(4), au fost reprezentate formele de undă ale mărimilor care intervin în funcționarea convertorului mixt din Fig. 4. Deoarece tensiunea medie pe bobină este nulă, ariile hașurate în Fig. 4 sunt egale, deci:

$$V_1 dT = V_2 (1-d)T \quad \frac{V_2}{V_1} = \frac{d}{1-d} \quad (5)$$

ultima relație reprezentând caracteristica de reglaj a convertorului care este reprezentată în Fig. 5.

Se observă că dacă $d < 0.5$, $V_2 < V_1$, iar dacă $d > 0.5$, $V_2 > V_1$ aceasta justificând denumirea convertorului.

Riplul curentului prin inductor se obține din relația (2) prin particularizarea $t = dT$, $i_L = I_{Lm}$:

$$I_{Lm} = I_{Lm} + \frac{V_1}{L} dT \quad \Delta i_L = I_{Lm} - I_{Lm} = \frac{dV_1}{Lf} \quad (6)$$

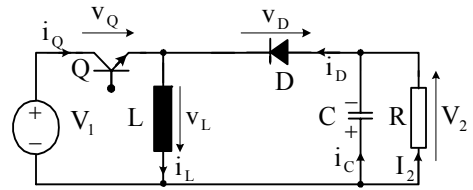


Fig. 1. Schema convertorului mixt.

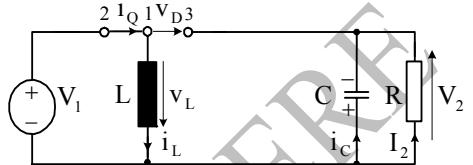


Fig. 2. Circuitul echivalent al convertorului pe intervalul I, $t \in [0, dT]$.

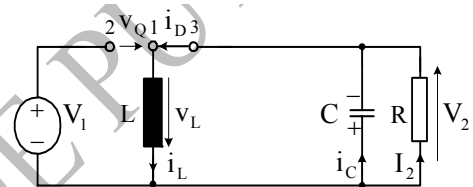


Fig. 3. Circuitul echivalent al convertorului pe intervalul II, $t \in [dT, T]$.

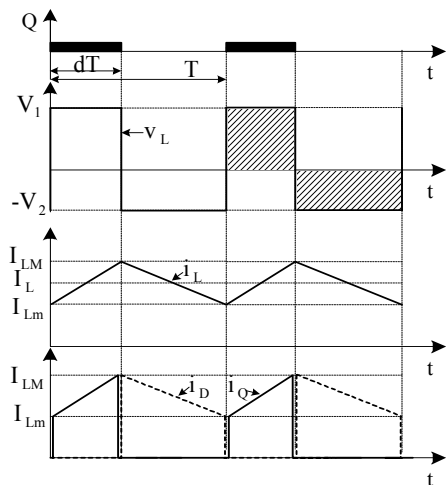


Fig. 4. Formele de undă ce intervin în funcționarea convertorului mixt

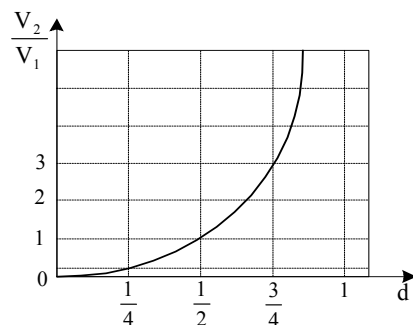


Fig. 5. Caracteristica de reglaj a convertorului mixt.

Modul de funcționare discontinuă a convertorului mixt.

La toate convertoarele de curent continuu prezentate, s-a presupus că riplul curentului prin inductor este mai mic decât valoarea medie a acestui curent și, ca urmare, acestea lucrau în modul de funcționare continuă sau regimul de curent neîntrerupt prin inductanță. Dacă factorul de umplere d scade sub o anumită valoare intervalul de timp în care tranzistorul este blocat devine atât de mare încât curentul prin inductor se va anula **înainte ca tranzistorul să fie comandat din nou să conducă**. Se spune că s-a ajuns la modul de funcționare discontinuă a convertorului sau la regimul de curent întrerupt prin inductor. Oricare din convertoarele anterioare poate funcționa în regimul de curent întrerupt prin inductanță. Vom analiza acest mod de funcționare doar pentru convertorul mixt.

Formele de undă corespunzătoare convertorului mixt care lucrează în regim de curent întrerupt prin inductor se dau în Fig. 6. Analiza convertorului trebuie făcută acum pe trei intervale de timp:

a) intervalul I, $t \in [0, dT]$. Circuitul echivalent este tot cel din Fig. 2, pe baza căruia se pot

$$\text{scrie relațiile: } v_L = V_1 = L \frac{di_L}{dt}, i_L = \frac{V_1}{L}t, I_{LM} = \frac{V_1}{L}dT, \quad t \in [0, dT] \quad (7)$$

b) intervalul II, $t \in [dT, (d + d_1)T]$. Circuitul echivalent este tot cel din Fig. 3, deci:

$$v_L = -V_2 = L \frac{di_L}{dt}, i_L = I_{LM} - \frac{V_2}{L}(t - dT), d_1T = \frac{LI_{LM}}{V_2} \quad t \in [dT, (d + d_1)T] \quad (8)$$

c) intervalul III, $t \in [(d + d_1)T, T]$, în care **nu circulează** curent prin inductanță, deci circuitul echivalent este cel din Fig. 7. Ecuațiile care se pot scrie sunt:

$$\begin{aligned} v_L &= 0 \\ i_L &= 0, t \in [(d + d_1)T, T] \end{aligned} \quad (9)$$

Pe baza ecuațiilor (7)-(9), s-au trasat formele de undă din Fig. 6, corespunzătoare convertorului mixt în acest regim de lucru. Tensiunea medie la bornele inductorului fiind nulă, ariile hașurate sunt egale, deci:

$$V_1 dT = V_2 d_1 T, \quad \frac{V_2}{V_1} = \frac{d}{d_1} \quad (10)$$

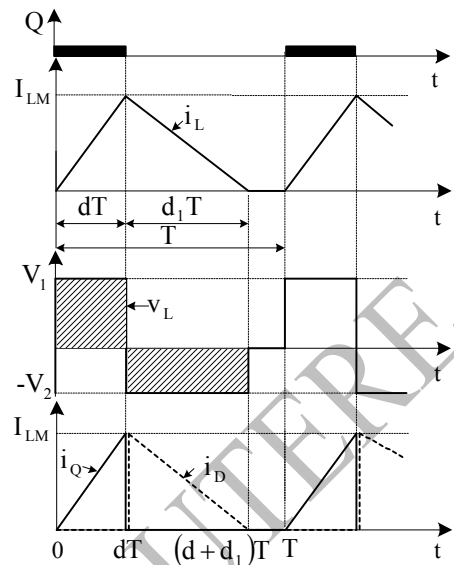


Fig. 6. Formele de undă corespunzătoare convertorului mixt în regim de curent întrerupt prin inductor.

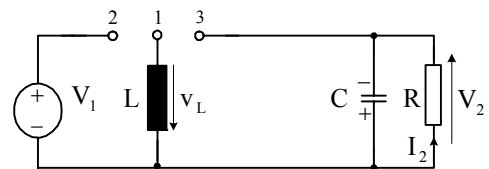


Fig. 7. Circuitul echivalent al convertorului mixt pentru intervalul III de timp, când curentul prin inductor este nul.

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. 8 se dă schema internă a circuitului integrat MC34063, iar în Fig. 9 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 R2 cu un potențiomtru și se măsoară tensiunea de ieșire modificând treptat valoarea rezistenței potențiometrului.

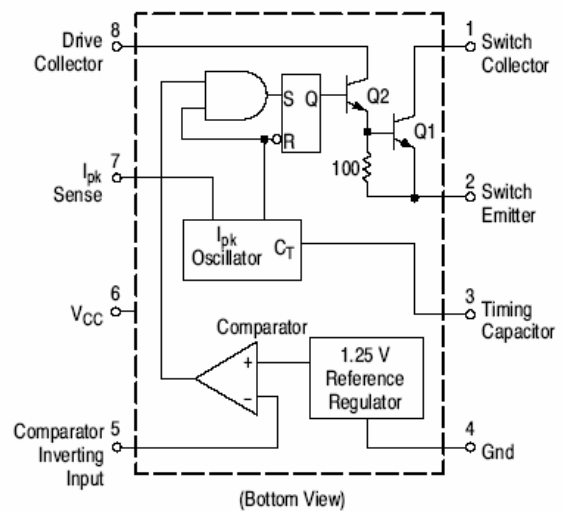


Fig. 8 Schema internă a circuitului integrat MC34063

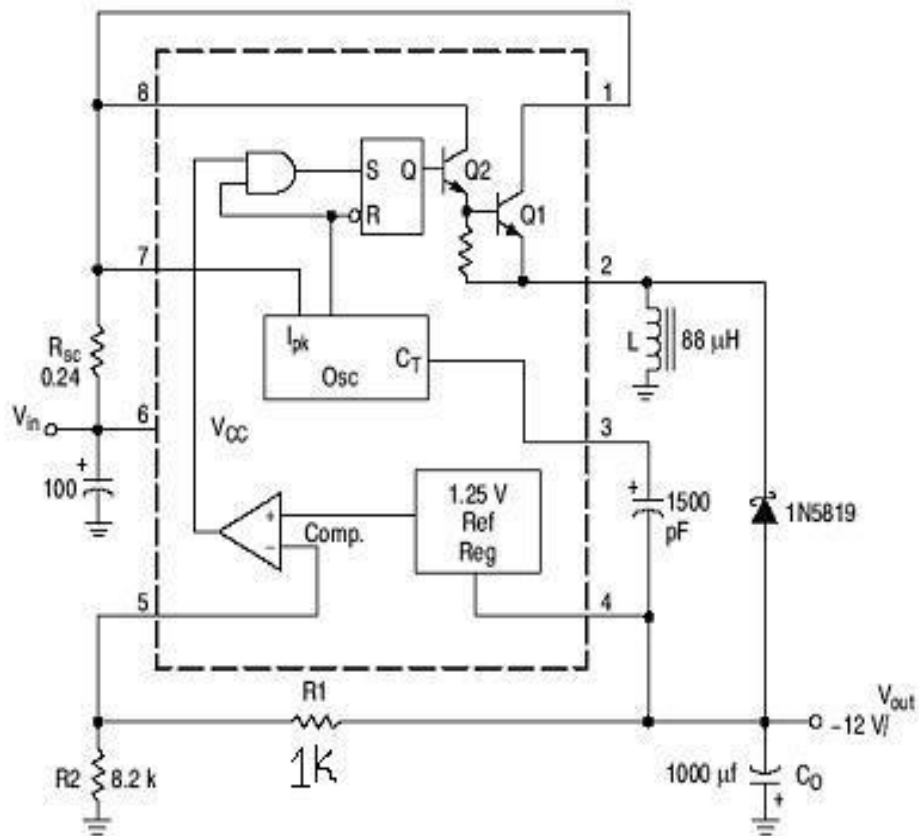


Fig. 9 Schema electronică a părții practice, a convertorului mixt (buck-boost)