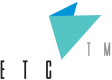
**UNIVERSITATEA “POLITEHNICA”**

**TIMIŞOARA**

**FACULTATEA DE ELECTRONICĂ ŞI**

**TELECOMUNICAŢII**

**LUCRARE DE LICENŢĂ**

**SURSE ÎN COMUTAȚIE REALIZATE CU INTEGRATUL MC34063**

Flavius Turc

Conducător ştiinţific

Dr. Ing. Ioana Pop Călimanu

**TIMIŞOARA**

**2016**

Cuprins

[INTRODUCERE 5](#_Toc454416985)

[SURSE ÎN COMUTAȚIE 6](#_Toc454416986)

[2.1 Principiul general de funcţionare 6](#_Toc454416987)

[2.2 Structura unei surse de alimentare în comutaţie 7](#_Toc454416988)

[2.3 Surse de pierderi şi moduri de reducere a acestora 11](#_Toc454416989)

[2.4 CONVERTOARE C.C. – C.C. 16](#_Toc454416990)

[2.4.1 Generalități 16](#_Toc454416991)

[2.4.2 Convertorul Step-Down (BUCK) 18](#_Toc454416992)

[2.4.3 Convertorul Step-Up (BOOST) 19](#_Toc454416993)

[CIRCUITUL INTEGRAT MC34063 21](#_Toc454416994)

[3.1 Descrierea Circuitului Integrat 21](#_Toc454416995)

[3.2 Modelarea convertoarelor prin calcule 27](#_Toc454416996)

[3.2.1 Convertorul BUCK 27](#_Toc454416997)

[3.2.2 Convertorul BOOST 30](#_Toc454416998)

[3.3 Universal Calculator MC34063 32](#_Toc454416999)

[3.4 Implementarea softului Universal Calculator la nivel de website 35](#_Toc454417000)

[SIMULARE ȘI EXPERIMENTE 36](#_Toc454417001)

[4.1 Aplicații 36](#_Toc454417002)

[4.2 Descriere mediu de simulare OrCad 36](#_Toc454417003)

[4.3 Convertorul Step-Down (BUCK) 37](#_Toc454417004)

[4.3.1 Simularea circuitului în OrCad PSpice 37](#_Toc454417005)

[4.3.1 Realizarea practică a circuitului 40](#_Toc454417006)

[4.4 Convertorul Step-Up (BOOST) 42](#_Toc454417007)

[4.4.1 Simularea circuitului în OrCad PSpice 42](#_Toc454417008)

[4.4.2 Realizarea practică a circuitului 45](#_Toc454417009)

[CONCLUZII 47](#_Toc454417010)

[Bibliografie 48](#_Toc454417011)

CAPITOLUL 1

INTRODUCERE

Acest proiect a fost realizat sub îndrumarea doamnei profesoare Dr. Ing. Ioana Pop Călimanu în interiorul departamentului de Electronică Aplicată al Facultăţii de Electronică şi Telecomunicaţii din cadrul Universităţii “Politehnica” din Timişoara.

În lucrarea de față se dorește implementarea unor convertoare DC-DC cu ajutorul unui circuit integrat dedicat, exemplificarea acestora prin scheme, simulări și mai ales printr-un montaj ce va fi realizat practic.

Proiectul a fost împarțit în cinci capitole:

* Capitolul 1 – Introducere
* Capitolul 2 – Surse în comutație
* Capitolul 3 – Circuitul integrat MC34063
* Capitolul 4 – Simulare și Experimente
* Capitolul 5 – Concluzii

Capitolul 1 prezintă informații generale asupra proiectului.

Capitolul 2 face o descriere fundamentală a Surselor în Comutație. Este prezentată schema generala a unei surse în comutație, dupa care este descrisă. De asemenea sunt detaliate aspecte legate de anumite surse de pierderi într-o sursă în comutație și modalitați de reducere a acestora.

Capitolul 3 face referire la circuitul integrat MC34063 cu ajutorul căruia se vor modela mai apoi 2 convertoare de tensiune DC-DC, un convertor Step-Up și un convertor Step-Down. De asemenea, tot în acest capitol se va prezenta un soft cu ajutorul căruia se pot modela automat convertoarele mai sus menționate.

Capitolul 4 va prezenta rezultatele simulărilor circuitelor implementate în Capitolul 3, iar mai apoi se vor afișa rezultatele măsuratorilor circuitelor realizate în practică.

Capitolul 5 enumeră concluziile trase în urma proiectului.

CAPITOLUL 2

SURSE ÎN COMUTAȚIE

O sursa de alimentare în comutație sau un comutator (en. switching-mode power supply, SMPS sau switcher) este o sursă electronică de alimentare care include un regulator de comutare pentru a converti energia electrică în mod eficient. Ca și alte surse de alimentare, un SMPS transferă curent de la o sursă, cum ar fi rețeaua de alimentare, la o sarcină, cum ar fi un calculator personal, în timp ce convertește caracteristicile tensiunii și ale curentului.

În continuare, voi vorbi despre modul general în care funcționează o sursă de alimentare în comutație și despre principalele probleme care îi afectează performanțele.

## ****2.1 Principiul general de funcţionare****

##### La fel ca şi în cazul unei surse de alimentare clasice (liniare), elementul central al unei surse de alimentare în comutaţie este transformatorul. Cu ajutorul acestuia putem multiplica sau reduce tensiunile aplicate la intrare (în bobină primară) astfel încât la ieşire (bobina secundară) să obţinem tensiunile de care avem nevoie.

##### Cu cât frecvenţa tensiunii aplicată unui transformator este mai mare cu atât acel transformator va putea prelucra o putere electrică mai mare. Ar fi ideal ca de la un transformator cât mai mic să obţinem o putere cât mai mare, însă de cele mai multe ori sursa de energie de care dispunem ne oferă fie o tensiune continuă (acumulator auto, panou solar etc.) fie o tensiune alternativă de frecvenţa fixă (reţeaua de 230V/50Hz). Asta înseamnă că niciuna din aceste variante nu ne dă libertatea de a alege frecvenţa tensiunii de alimentare şi implicit nu ne lasă să controlăm ce putere putem obţine de la transformator. Din acest motiv sursele în comutaţie includ circuite care transformă energia electrică primită la intrare în impulsuri a căror frecvenţă poate fi oricât de mare ne dorim, impulsuri care sunt apoi aplicate transformatorului. În final, dacă dorim ca tensiunea de ieşire să fie continuă, nu trebuie decât să adăugăm un circuit clasic de redresare şi filtrare construite cu componente capabile să lucreze la frecvenţe ridicate.

##### Denumirea de „în comutaţie“ provine de la faptul că tranzistoarele din circuitul care transformă energia de la intrare în impulsuri lucrează în regim “de comutaţie”, adică lucrează ca nişte comutatoare: se pot afla fie în poziţia “închis“ fie în poziţia “deschis“, nefiind însă niciodată doar parţial deschise.

## ****2.2 Structura unei surse de alimentare în comutaţie****

Bloc de redresare și filtrare a tensiunii de ieșire

Transformator

Bloc de redresare și filtrare a tensiunii de intrare

Filtru EMI

Circuit de comutație

##### 

(5)

(3)

(3)

(2)

(1)

(1)

(3)

(4)

(2)

Amplificator de eroare

Oscilator

Figura 2.2.1 Structura unei surse de alimentare în comutaţie [4]

Legendă Semnale:

(1) Tensiune de intrare (de ex. 230V/50Hz)

(2) Tensiune de intrare redresată și filtrată

(3) Impulsuri de mică putere

(4) Semnal de eroare

(5) Tensiune de ieșire

**Filtru EMI**

Orice curent electric transformă conductorul prin care trece într-o antenă prin care sunt emise semnale electromagnetice pe care aparatele din jur le pot percepe ca “semnale parazite”. Deranjul provocat de aceste semnale parazite creşte odată cu frecvenţa curentului printr-un conductor, intensitatea acestuia şi lungimea conductorului. Aceste semnale poarta denumirea de Perturbații Electromagnetice.

* Perturbaţie electromagnetică = orice fenomen electromagnetic care poate degrada funcţionarea sau performanţele unui dispozitiv, echipament sau sistem.
* Interferenţă electromagnetică (EMI - Electromagnetic interference) = degradarea performanţelor unui dispozitiv, echipament sau sistem cauzată de o perturbaţie electromagnetică.

Mecanisme principale prin care EMI ajung de la sursă la destinaţie:

-conducţie

-radiaţie

* Receptor = dispozitivul, echipamentul sau sistemul care este victima EMI.

Observație: Un exemplu de perturbație electromagnetică din viața cotidiana ar fi urmatorul:

La pornirea unui calculator (care are și el o sursă de alimentare în comutație), un aparat radio din vecinatatea acestui calculator începe sa huruie.

Acesta este una din cele mai întâlnite şi mai simple consecinţe ale semnalelor parazite emise de o sursă de alimentare în comutaţie. Consecinţele mai grave pot duce chiar până la întreruperea temporară sau chiar totală funcţionării unor aparate sau circuite din apropiere care sunt mai sensibile din acest punct de vedere.

Anularea acestor semnale parazite se realizează cu ajutorul unui filtru EMI (**E**lectro**M**agnetic **I**nterference). Acesta se montează chiar la intrarea sursei de alimentare în comutaţie şi are rolul de a împiedica semnalele parazite să ajungă pe cablul de alimentare şi la toţi ceilalţi conductori cu care acesta intră în contact. Semnalele parazite sunt semnale de înaltă frecvenţa (>5-10 kHz) ceea ce înseamnă că un filtru EMI este practic un filtru trece-jos, care permite doar circulaţia curenţilor care au o frecvenţă suficient de joasă (cum sunt de exemplu curenţii de alimentare – singurii de care suntem interesaţi să fie lăsaţi să treacă prin acest filtru).

**Blocul de redresare şi filtrare a tensiunii de intrare**

**Acest bloc are rolul de a livra sursei de alimentare în comutație o tensiune continua fiind necesar atunci când tensiunea de intrare este preluată de la o sursa de curent alternativ (ex: rețeaua de 230V/50Hz).**

**În cazul in care tensiunea de intrare este preluată de la o sursa de curent continu (ex: acumulator auto, panou solar, etc) blocul de redresare și filtrare nu mai este necesar.**

**De asemenea, se mai recomandă și prezența unui condensator de filtraj, rolul acestuia fiind de a** menţine tensiunea de alimentare cât se poate de constantă indiferent de cât de mari ar putea fi vârfurile de curent consumate de sursa de alimentare în comutaţie. [4]

**Oscilatorul**

Este blocul care dictează frecvenţa cu care *circuitul de comutaţie* va injecta impulsuri de energie în primarul ***transformatorului***. Aceste impulsuri pot fi:

* de frecvenţă şi durată constantă şi atunci vorbim despre *surse de alimentare în comutaţie nestabilizate*;
* de frecvenţă constantă dar de durata variabilă (controlată de către ***amplificatorul de eroare***) caz în care vorbim despre *surse de alimentare în comutaţie stabilizate*;
* de frecvenţă şi durată variabilă (ambele controlate de către ***amplificatorul de eroare***). Şi în acest caz este vorba tot despre *surse de alimentare în comutaţie stabilizate*. [4]

**Circuitul de comutație**

Este circuitul care preia energie de la **blocul de redresare şi filtrare a tensiunii de intrare** şi o injectează sub formă de impulsuri în transformator, impulsuri a căror frecvenţă şi durată este dictată de către **oscilator**. **Circuitul de comutaţie** este compus din tranzistoare speciale de putere (în special de tip MOS-FET) numite tranzistoare de comutaţie sau tranzistoare de comutaţie rapidă. Aceste tranzistoare se remarcă prin urmatoarele aspecte:

* îşi pot schimba foarte rapid starea de la închis la deschis şi invers (de regulă în timpi mai scurţi de câteva sute de nanosecunde);
* în timpul saturaţiei (atunci când sunt complet deschise) au la borne (între Colector şi Emitor sau între Drenă şi Sursă) căderi de tensiuni foarte, foarte mici. Acest lucru ar fi echivalentul unui releu electric care are rezistenţa de contact extrem de mică. [4]

**Transformatorul**

Ca şi structură, **transformatorul** unei surse de alimentare în comutaţie este identic cu orice alt tip de transformator. Singurul lucru care îl face diferit este calitatea miezului magnetic. Acesta este fabricat din materiale care au pierderi reduse atunci când sunt expuse la câmpuri magnetice de frecvenţă înaltă (>5-10kHz).

Este important de menţionat că în unele configuraţii de surse de alimentare în comutaţie rolul **transformatorului** poate fi jucat şi de o simplă bobină. În aceste cazuri, se poate spune că tot despre un transformator ar fi vorba, cu menţiunea că rolul primarului şi al secundarului este jucat de aceeaşi bobină – în anumite momente bobina primeşte energie şi deci are rol de bobină primară, iar în alte momente acea bobină cedează energie schimbându-şi rolul în cel de bobină secundară. [4]

**Blocul de redresare şi filtrare a tensiunii de ieşire**

Acest bloc are exact aceleași componente ca și **blocul de redresare şi filtrare a tensiunii de intrare**, cu deosebirea faptului că:

* diodele din redresor trebuie să fie capabile să lucreze la frecvenţe ridicate, motiv pentru care trebuie selectate din categoria celor care se numesc *diode de comutaţie* sau *diode de comutaţie rapidă*;
* condensatorii de filtrare trebuie să aibă parametrul ESR (Equivalent Series Resistance) cu valori cât mai reduse. Voi explica în cele ce urmează de ce este important acest parametru.

**Amplificatorul de eroare**

Majoritatea surselor de alimentare în comutație sunt proiectate să ofere o tensiune de ieșire stabilizată. Pentru acest lucru ele includ un circuit numit **amplificator de eroare**, al cărui rol este acela a compara valoarea tensiunii de ieşire cu o tensiune de referinţă (care este furnizată de o sursă de tensiune separată, numită evident sursă de tensiune de referinţă). Rezultatul acestei comparaţii este trimis către **oscilator**, care, pe baza acestei informaţii va “şti” cum să modifice valoarea puterii electrice trimise la ieşire astfel încât tensiunea de ieşire să rămână cât se poate de constantă. [4]

## ****2.3 Surse de pierderi**** ş****i moduri de reducere a acestora****

**Pierderi în circuitul de comutaţie**

Pentru ca pierderile din ***circuitul de comutaţie*** să fie inexistente, ar trebui ca tranzistoarele care injectează impulsuri de curent în ***transformator*** să se comporte ca nişte întrerupătoare ideale, adică:

* în poziţia “închis” să prezinte o rezistenţă electrică egală cu 0 Ω, iar în poziţia “deschis” să prezinte o rezistenţă electrică infinit de mare;
* schimbarea stării de la “închis” la “deschis” şi invers să se facă instantaneu.

În realitate însa, tranzistoarele nu sunt întrerupătoare ideale, iar pentru a reduce pierderile din ***circuitul de comutaţie*** se pot realiza următoarele:

* folosirea unor tranzistoare specializate, din categoria celor denumite ”de comutație”, ”de comutație rapidă” sau ”intended for switching applications”. Tranzistoarele din aceste categorii pot fi folosite fără probleme până la frecvențe de 200-300kHz;
* folosirea tranzistoarelor specializate conectate în paralel. La această soluție se poate apela mai ales atunci când avem de a face cu intensități de curent ridicate (mai mari de 10-20A).

**Pierderi în miezul magnetic**

Există mai multe fenomene care provoacă pierderi în miezul magnetic, acestea având un comportament destul de complex.

Pierderile în miez cresc odată cu frecvenţa impulsurilor injectate în **transformator**.

Este dificil de măsurat/calculate/evaluat pierderile în funcţie de frecvenţă aşa că de obicei producătorii de miezuri magnetice ne fac viaţă mult mai uşoară declarând în diverse datasheet-uri până la ce frecvenţe poate fi folosit un miez sau altul.

În privinţa pierderilor din miezul magnetic, noi, ca şi constructori de surse de alimentare în comutaţie nu putem decât să avem grijă ca frecvenţa la care va lucra **transformatorul** să nu fie mai mare decât cea maximă garantată de producătorul miezului magnetic respectiv**.** [4]

**Pierderi prin câmpul de scăpări**

Una din principalele funcţii ale unui miez magnetic este aceea de a ajuta la captarea celei mai mari părţi din câmpul magnetic creat de o bobină. Am spus “celei mai mari părţi” ceea ce înseamnă că o anumită parte se pierde. Pentru reducerea acestui tip de pierderi bobina primară a transformatorului trebuie să fie complet acoperită de bobina secundară. Astfel, în orice direcţie ar fi dispersat câmpul magnetic, mereu se va lovi de bobina secundară.

Cu toate acestea, chiar şi ţinând cont de soluţia de mai sus, un mic procent din câmpul generat de bobina primară tot reuşeşte să evadeze în mediul înconjurător. Acest ultim procent nu este deranjant datorită pierderilor de energie pe care le produce ci pentru că poate perturba serios buna funcţionare a circuitelor şi aparatelor electronice din jur. Din acest motiv, pentru a izola definitiv câmpul magnetic în interiorul **transformatorului**, mijlocul acestuia poate fi îmbrăcat cu o foiţă din metal. [4]

**Pierderi prin efectul pelicular**

Efectul pelicular se referă la faptul că la frecvenţe suficient de ridicate curentul electric circulă doar la suprafaţa conductorilor. Asta înseamnă că într-un conductor prin care trec curenţi de înaltă frecvenţă, pierderile sunt mai mult influenţate de suprafaţa exterioară a firului şi mai puţin de diametrul (grosimea) acestuia.

Definiție: **Efectul pelicular** (efectul skin) este fenomenul care apare la trecerea undelor electromagnetice prin medii conductoare și care se manifestă prin apariția simultană a absorbției și dispersiei undelor care trec prin astfel de medii, având ca urmare creșterea densității de curent în straturile superficiale.

Sursele de alimentare în comutaţie lucrează de multe ori la frecvenţe la care pierderile prin efectul pelicular nu pot fi neglijate. Din acest motiv spirele bobinelor transformatoarelor care lucrează la cel puţin câteva zeci de kHz nu sunt realizate dintr-un singur fir (mai gros) ca la transformatoarele clasice ci din mai multe fire (mai subţiri). În acest mod, chiar dacă suprafaţă echivalentă a secţiunii spirei poate fi aceeaşi, suprafaţa exterioară echivalentă a acesteia creşte foarte mult. [4]

**Pierderi prin fenomenul “ringing”**

**Termenul ”ringing” se referă la** apariţia unor oscilaţii electrice într-un obiect conductor ca urmare a aplicării unui impuls de energie electrică.

Exemplu: Aplicarea unui impuls de energie electrică unui obiect care conduce curent electric: se vor produce oscilaţii electrice a căror frecvenţă este egală cu **frecvenţa de rezonanţă electrică** a acelui obiect conductor. Bineînţeles, datorită pierderilor survenite din fel de fel de cauze, amplitudinea acelor oscilaţii se reduce treptat până la 0.

O analogie ar fi următoarea: Lovirea unei oale cu o lingură (adică aplicarea unui impuls de energie mecanică) va produce oscilaţii mecanice (sunete) de o anumită frecvenţă care este dată de proprietăţile geometrice şi mecanice ale oalei, adică ceea ce în mecanică se numeşte frecvenţa de rezonanţă mecanică.

În cazul surselor de alimentare în comutație, eventuale impulsuri de energie electrică în traseele de cablaj la care sunt conectate bobinele **transformatorului** pot cauza următoarele aspecte negative:

* apariţia unor curenţi inutil de mari în circuit, iar curenţi mai mari înseamnă automat pierderi mai mari;
* produce perturbaţii electromagnetice fapt pentru care poate afecta serios funcţionarea circuitelor electrice învecinate.

Măsuri preventive pentru reducerea acestui fenomen ar fi următoarele:

* reducerea la minim a traseelor de cablaj imprimat prin care circulă pulsuri de energie electrică (traseele dintre ***circuitul de comutaţie*** şi ***transformator*** şi cele dintre ***transformator*** şi ***blocul de redresare şi filtrare a tensiunii de ieşire***). Cum ringing-ul se produce pe baza energiei stocate în inductanţele şi capacităţile parazite, reducând valoarea acestora vom reduce automat şi energia (amplitudinea) oscilaţiilor provocare de acest fenomen.
* folosirea unor circuite speciale numite “snubber”. Acestea sunt nişte circuite care au rolul de a “înghiţi” suficient de mult din energia oscilaţiilor provocate de fenomenul ringing.

**Pierderi** **în redresor**

**Indiferent de performanța pe care o au anumite diode,** tensiunea de la bornele lor nu va scade niciodată sub valoarea tensiunii de prag/deschidere de aproximativ 0.6 V (diodă cu siliciu) sau 0.2V (diodă cu germaniu).

În cazul în care tensiunea de ieșire a sursei în comutație este una mare(de câteva zeci de Volți), tensiunea de pe diodă nu va avea nicio influența notabilă, dar daca sursa în comutație este concepută sa scoată o tensiune mica la ieșire, atunci o cadere de tensiune de 0.6 V poate însemna un randament redus al sursei.

Exemplu:

* o diodă redresoare care are tensiunea de deschidere de circa 0,6 V şi care este montată într-o sursă care oferă la ieşire 48V la 1A, va duce la pierderi de circa 0,6W (0,6V x 1A). Cum sursa debitează o putere de 48V x 1A = 48W, acel 0,6 W care se pierde pe diode este uşor de neglijat. Făcând abstracţie de celelalte surse de pierderi, în acest caz am avea un procent de pierderi de doar 0,6W x 100/48W = 1,25%;
* o diodă redresoare care are tensiunea de deschidere de circa 0,6V şi care este montată într-o sursă care oferă la ieşire 5V la 1A, va duce tot la nişte pierderi de circa 0,6W (0,6V x 1A). Cum însă sursa debitează o putere de 5V x 1A = 5W, acel 1W care se pierde pe diode nu mai este aşa de uşor de neglijat. În acest caz, procentul de pierderi va creşte la 0,6W x 100/5W = 12%;

O măsură preventivă pentru reducerea acestui fenomen ar fi următoarea:

* folosirea diodelor Schottky în locul diodelor redresoare. Acest tip de diodă îndeplinește aceleași funcții ca o diodă redresoare cu precizarea că are o cădere de tensiune de tensiune de numai 0.3V reducând astfel pierderea randamentului.

**Pierderi în condensatorii de filtrare a tensiunii de ieşire**

În acest caz, cea mai mare influență o are parametrul numit ESR.

* ESR (Equivalent Series Resistance) = Rezistența electrică a bornelor și armăturilor din interiorul condensatoarelor.

În teorie, un condensator ideal ar avea valoarea ESR=0, dar în realitate, toate condensatoarele au un anumit ESR.

Atunci când sarcinile electrice dintr-un condensator se află în repaos, ESR-ul nu are nicio influență, însă atunci când un condensator este încărcat sau descărcat rapid, sarcinile electrice din el sunt puse în mişcare circulând de la o bornă spre o armătură din interior sau invers. În acest ultim caz sarcinile se deplasează şi trebuie să învingă ESR-ul, adică rezistenţă electrică a bornelor şi armăturilor prin care trebuie să treacă. ESR-ul are de obicei valori mici, cu mult sub 1 ohm, ceea ce nu ar părea mult. Este adevărat, pentru surse de alimentare în comutaţie capabile doar de curenţi mici (maxim 1-2A) ESR-ul rar produce probleme. Însă atunci când dorim curenţi de ieşire de 10A sau mai mult pierderile pe ESR-ul condensatoarelor ajung să aibă valori de ordinul watt-ilor. Adițional, aceste pierderi produc încălzirea condensatoarelor, încălzire care grăbeşte îmbătrânirea acestora sau pot produce chiar străpungerea condensatorului.

Măsuri preventive pentru reducerea acestui fenomen ar fi următoarele:

* Folosirea condensatorilor care au ESR mic;
* Montarea în paralel a mai multor condensatoare;
* Montarea unui inductor (a unei bobine) între redresorul din secundarul ***transformatorului*** și condensatorii de filtrare a tensiunii de ieșire. Ştiind că o bobină tinde să menţină constant curentul care trece prin ea, rezultatul ar fi că aceasta ar transforma impulsurile “violente” de curent primite de la **transformator** într-un semnal mai uniform, mai domol, care are variaţii mai mici şi mai lente. În acest mod componentele condensatorului nu vor mai trebui să înghită curenţi la fel de mari, căderile de tensiune pe ESR vor fi mai mici şi implicit şi pierderile vor fi mai mici.

##### ****Concluzii****

##### **Optimizarile aduse surselor de alimentare în comutație de-a-lungul timpului au avut ca rezultat reducerea pierderilor de energie la un nivel acceptabil în contextul în care acest tip de surse pot lucra la frecvențe incomparabil mai mari decat sursele de alimentare liniare.**

**În ziua de astazi, se pot construi surse de alimentare în comutație** care comparativ cu sursele de alimentare liniare:

* au o greutate mai mică şi sunt mult mai puţin voluminoase;
* au un preţ mai mic;
* au randament mai mare.

2.4 CONVERTOARE C.C. – C.C.

2.4.1 Generalități

Convertoarele c.c. – c.c. sunt instalaţii electronice ce transformă energia de curent continuu tot în energie de curent continuu, dar la care se poate modifica valoarea sa medie. Ele îşi găsesc aplicabilitatea în construcţia surselor de alimentare în comutaţie utilizate în aparatura electronică de măsură şi control, sisteme de telecomunicaţii, calculatoare electronice, sisteme radio şi video, electronica medicală, etc.

Convertoarele c.c. – c.c. mai poartă si denumirea de stabilizatoare de tensiune in comutație.

Schema bloc a unui stabilizator de tensiune în comutație, împreună cu graficele în care sunt reprezentate principalele tipuri de semnale implicate, este următoarea:

U(V)

(2)

U(V)

U(V)

(1)

(3)

Vin

Vin

Vout

t(s)

t(s)

t(s)

p(s)

(3)

(1)

(2)

Integrator (filtru LC)

(6)

Comparator

(5)

Vin

Vout

Sursă de tensiune de referință

Oscilator cu PWM

(4)

Figura 2.4.1.1 Principiul de funcționare al unui stabilizator de tensiune în comutație

Legendă Semnale:

(1) Tensiunea de intrare;

(2) Tensiunea de intrare transformată în impulsuri;

(3) Tensiunea de ieșire;

(4) Tensiunea de referință;

(5) Semnalul de eroare (ieșire comparator);

(6) Semnalul de comandă al elementului activ;

În figura 2.4.4.1 se observă că un stabilizator de tensiune în comutație este compus în general din următoarele blocuri funționale:

* **Oscilator cu PWM** (pulse width modulation, în traducere: factor de umplere variabil). Acesta creează semnalul de comandă pentru elementul activ(tranzistorul). Menţiunea „cu PWM”, indică faptul că este vorba de un oscilator capabil să creeze impulsuri de frecvenţă constantă dar cu durată variabilă. În general, frecvența de lucru a acestuia este între 20 şi 150 kHz, dar în unele aplicații special poate ajunge până la 2MHz(2000kHz).
* **Tranzistor (de comutaţie).** Este un tranzistor de putere de tip bipolar sau MOS-FET, caracterizat de o viteză de comutație foarte mare. Funcția pe care trebuie s-o îndeplinească este de a transmite trecerea intermitentă a ***tensiunii de alimentare*** creând astfel la ieşirea lui un semnal format din ***impulsuri de tensiune*.**
* **Sursa de tensiune de referință**.Sursa de tensiune de referinţă este folosită ca etalon în procesul de stabilizare. Cu alte cuvinte, valoarea **tensiunii** dată de sursa de tensiune de referinţă dictează în mod direct valoarea ***tensiunii de ieşire***;
* **Comparatorul**.Este un circuit care compară *tensiunea de ieșire* cu *tensiunea de referință* oferind la ieșire un *semnal de eroare*.
* **Integrator (Filtru LC)**.Este un bloc care are rolul de a transforma***impulsurile de tensiune*** în ***semnal de ieşire continuu***. Este constituit din bobine (L) şi condensatori (C).

Funcţionarea unui stabilizator în comutaţie are loc în următorul mod:

***Semnalul de ieşire*** este permanent comparat de către **comparator** cu ***tensiunea de referinţă*** (a cărei valoare este egală cu tensiunea pe care o dorim la ieşire). Rezultatul comparaţiei (**semnalul de eroare**) este livrat **oscilatorului cu PWM**, care astfel prin intermediul tranzistorului modifică (creşte sau scade) durata ***impulsurilor*** astfel încât după ce acestea trec de **blocul de integrare** să se obţină la ieşire o **tensiune** egală cu ***tensiunea de referinţă***.

2.4.2 Convertorul Step-Down (BUCK)

Convertorul BUCK produce o tensiune de ieşire a cărei valoare medie este mai mică decât a tensiunii de la intrare.

*+*

+

*+*

*-*

-

-

*Ui*

*u0i*

*L*

*C*

*R*

*iL*

*i0*

*u0*

Modul de control

Modul de control

*+*

+

*+*

*-*

-

-

*Ui*

*u0i*

*L*

*C*

*R*

*iL*

*i0*

*u0*

*Ui*

*t*

*ton*

*toff*

*Ts*

*U0*

*u0i*

Figura 2.4.2 Convertorul BUCK

Cazul 2:

Tranzistor deschis

Cazul 1:

Tranzistor închis

Blocul **Modul de control** include blocurile **Sursă de tensiune de referință, Comparator și Oscilator cu PWM.**

**Convertorul step down are 2 stări topologice: Tranzistor închis și Tranzistor deschis.**

Considerând comutatorul ca un întrerupător ideal, se poate calcula valoarea medie a tensiunii de ieşire, :

 (2.1)

unde: (2.2) ,

α - factor de comandă, factorul de umplere al semnalului cu care se acţionează asupra comutatorului

 - tensiunea de control;- valoarea maximă a tensiunii liniar variabile;

Ţinând cont de relaţia (2.2), avem:

 (2.3)

2.4.3 Convertorul Step-Up (BOOST)

Convertorul BOOST produce o tensiune de ieşire a cărei valoare medie este mai mare decât a tensiunii de la intrare.

*iL*

*i0*

*R*

*C*

L

*U0*

+

-

*Ui*

*D*

Modul de control

Modul de control

*iL*

*i0*

*R*

*C*

L

*U0*

+

-

*Ui*

*D*

Figura 2.4.3 Convertorul BOOST

Cazul 2:

Tranzistor deschis

Cazul 1:

Tranzistor închis

Când comutatorul este închis, dioda este invers polarizată, iar tensiunea de la intrare creează curent doar prin inductanţa *L*. Circuitul de sarcină este izolat de circuitul de intrare. Când comutatorul se deschide, etajul de la ieşire primeşte energie atât de la bobină, cât şi de la sursa de alimentare *Ui*. În regim permanent de funcţionare capacitatea de filtraj asigură o tensiune fără pulsaţii la bornele rezistenţei de sarcină.

Valoarea tensiunii de ieșire a unui convertor boost se poate calcula cu următoarea formulă:

Exemplu de calcul:

Fie un convertor Boost cu o tensiune de intrare de 9 V și un factor de umplere de 0,5. Să se calculeze tensiunea de ieșire.

Observație: Tensiunea de ieșire este dependentă de factorul de umplere α. Este foarte important ca acesta să fie controlat precis.

De exemplu, dacă factorul de umplere ar avea o valoare de 0,99, ar rezulta o tensiune de ieșire :

Acest caz va avea ca rezultat distrugerea circuitului respectiv.

CAPITOLUL 3

CIRCUITUL INTEGRAT MC34063

3.1 Descrierea Circuitului Integrat

MC34063 este un circuit integrat fabricat de către Motorola cu ajutorul căruia se pot realiza convertoare de tensiune, fie BOOST, BUCK sau chiar inversor de tensiune. Acest circuit poate lucra la un curent de cel mult 1,5 A și o tensiune nominala de 40V ceea ce înseamnă că poate fi folosit pentru alimentarea oricăror montaje care nu consuma mai mult de câțiva Watti. De asemenea frecvența maxima de lucru este a acestui integrat este de 100kHz.

Schema circuitului este următoarea:

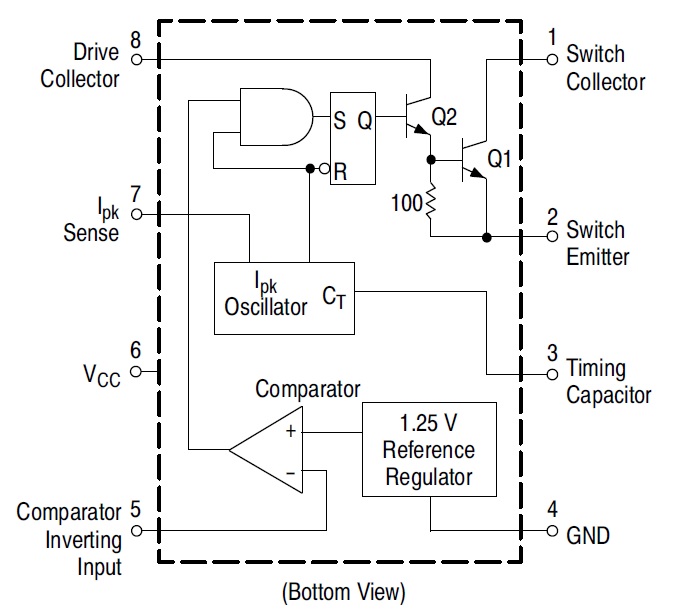


Figura 3.1 Schema circuitului integrat MC34063

După cum se poate observa, circuitul are 8 pini și anumite blocuri interne pe care le voi descrie în cele ce urmează.

**Poarta ȘI (AND)**

Implementează funcţia ŞI descrisă de relaţia *Y* = *A* · *B* (care se citeşte „Y este egal cu A ŞI B”). Ieşirea este pe „1” dacă şi numai dacă toate intrările sunt pe „1”.

Reprezentare simbolică:

A

B

Y = A · B

Figura 3.2 Poarta ȘI (AND)

Tabelul de funcționare:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| A | B | Y = A · B |
| 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 1 |

Figura 3.3 Tabel de funcționare – Poarta ȘI

Comportarea porții ȘI în regim dinamic:

A

B

Y = A · B

Figura 3.4 Poarta ȘI în regim dinamic

**Circuitul Bistabil Basculant R-S**

Circuitul Bistabil Basculant (CBB) prezintă doua stări stabile la ieșire; în oricare dintre ele pot sta un timp nedefinit, iar trecerea dintr-o stare în alta se face printr-o comandă externă.

Bistabilul S-R (Set-Reset) are doua intrări S și R și două ieșiri complementare Q și /Q.

Comportarea lui este în felul următor:

* dacă este activă intrarea SET, ieşirea CBB se poziţionează pe „1” (am setat CBB);
* dacă este activă intrarea RESET, ieşirea CBB se poziţionează pe „0” (am resetat, am şters CBB);

R

/R

S

/S

Q

/Q

Reprezentare simbolică:

S

R

Q

Q

Figura 3.5 Bistabil R-S

Tabel de funcționare:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **S** | **R** | **Q** | **/Q** |
| 1 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 1 |
| 0 | 0 | Mem. Stare anterioară | |
| 1 | 1 | 1 | 1  Stare interzisă |

Figura 3.6 Tabel de funcționare – Bistabil R-S

Observație: Un astfel de bistabil poate fi folosit doar în aplicaţii în care nu apare starea *S* = *R* =1.

**Tranzistor Compus Darlington**

Tranzistorul Darlington este o structură formată din două tranzistoare bipolare conectate în așa fel încât curentul amplificat de primul dintre tranzistoare este amplificat și mai mult de către cel de-al doilea tranzistor.

Acestă configurație a fost inventată de către inginerul Sidney Darlington în anul 1953 în cadrul companiei ”Bell Laboratories”, această companie fiind o subsidiară a companiei NOKIA.

Tranzistorul compus **Darlington** este prezentat în fig. 3.7.

Figura 3.7 Tranzistor Compus Darlington

B

C

E

Se observă așadar că tranzistorul Darlington este alcătuit din doi tranzistori npn. Factorul de amplificare al tranzistorului compus este:

(3.1)

Pe baza schemei de conexiune a celor doi tranzistori se pot scrie următoarele relații între curenți:

(3.2)

(3.3)

(3.4)

(3.5)

Înlocuind relațiile (3.2) – (3.5) în relația (3.1) se obține expresia factorului de amplificare în curent continuu al tranzistorului compus Darlington:

(3.6)

care este cel puțin egal cu produsul factorilor de amplificare în curent continuu ai celor doi tranzistori componenți.

Tranzistorul compus Darlington se comport în circuit ca un transistor de tip npn cu factorul de amplificare în curent continuu egal cu .

**Oscilator**

În cadrul circuitul MC34063, frecvența oscilatorului este dictată de către un condesator montat între pinul 3 și masă.

Reprezentare simbolică:

Oscillator

Figura 3.8 Oscilator

Se dau următoarele condiții de lucru:

* Tensiunea de intrare a circuitului , temperature ambientală și condensatorul montat între pinul 3 și masa .

În aceste condiții, Oscilatorul va lucra la o frecvență cuprinsă între 24 și 42 kHz, un curent de încarcare cuprins între 24 și 43 µA, curent de descărcare cuprins între 140 și 260 µA, respectiv o tensiune cuprinsă între 250 și 350 mV.

În următorul grafic, se prezintă variația frecvenței oscilatorului în funcție de capacitatea condensatorului .

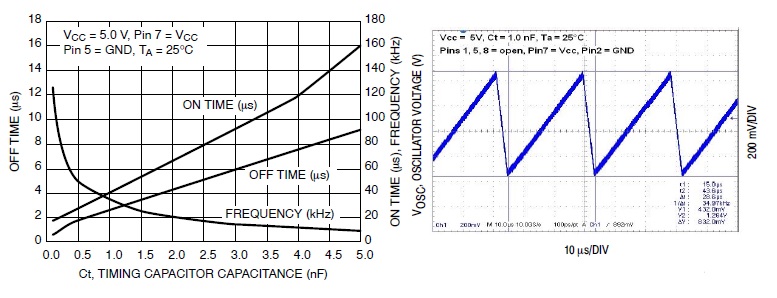


Figura 3.9 Frecvența oscilatorului

Figura 3.10 Forma de undă a condensatorului

Rolul oscilatorului este de a creea semnalul de comandă pentru elementul activ, în cazul de față pentru tranzistorul compus Darlington.

**Comparator**

Are rolul de a compara tensiunea de referință de 1.25V generată de către ***regulatorul de tensiune de referintă*** cu tensiunea de la pinul 5 al circuitului integrat. La ieșire va oferi un semnal de eroare care va fi transmis ***Porții ȘI***.

Reprezentare simbolică:

Figura 3.11 Comparator

**Regulator Tensiune de Referință**

Această sursă de tensiune de referință va genera o tensiune de 1.25V. Cu ajutorul ei și a unui divizor de tensiune (format din rezistorii și ) conectat între pinul 5 și ieșirea circuitului se va obține tensiunea de ieșire a convertorului construit.

Tensiunea de ieșire va fi calculată astfel:

(3.7)

Schema întregului convertor, fie Buck sau Boost va fi reprezentată în următorul subcapitol.

3.2 Modelarea convertoarelor prin calcule

În acest subcapitol, se va modela prin calcule, conform fișei tehnice a integratului MC34063 două convertoare, un convertor BUCK și un convertor BOOST și se va afișa schema celor două convertoare în programul Cadence OrCad.

3.2.1 Convertorul BUCK

În cele ce urmează se vor efectua, conform datasheet-ului integratului MC34063, calculele pentru realizarea unui convertor BUCK care va avea următoarele caracteristici:

* , 100mA (100mV Ripple), reprezintă variația tensiunii de la ieșire.

Schema circuitului este următoarea:

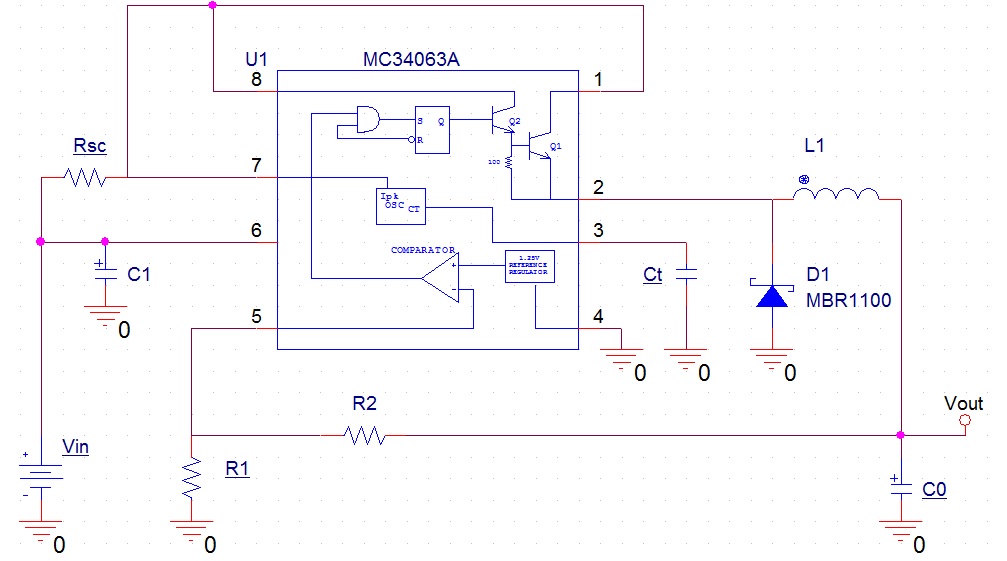


Figura 3.12 Convertor BUCK - OrCad

Schema circuitului a fost realizată în programul OrCAD® Capture. În continuare se vor calcula componentele din schemă pentru realizarea convertorului BUCK.

,

unde: – tensiunea de ieșire a circuitului;

– căderea de tensiune pe diodă; pentru realizarea practică se va folosi dioda Schottky 1N5819, aceasta avand căderea de tensiune de 0,75V;

– tensiunea minimă de intrare,

- tensiunea de saturație a tranzistorului compus Darlington;

,

unde: f – frecvența de lucru a circuitului; S-a luat valoarea de 100kHz, deoarece cu căt frecvența este mai mare, cu atât mai mică este bobina necesară din circuit.

,

unde: – curentul maxim dorit la ieșire;

- curentul de vârf care va parcurge dioda și bobina din circuit;

,

unde: – rezistorul de la intrare, al cărui rol este de a permite circuitului integrat MC34063 să „citească” ce curent absoarbe întreaga schemă de la sursa de alimentare.

unde: – valoarea minimă a bobinei L din circuit.

unde: – condensatorul de la ieșirea circuitului.

Ne mai rămane așadar calcularea rezistorilor R1 și R2, rezistori care formează un divizor de tensiune și care dicteaza tensiunea de ieșire a circuitului.

Formula de calcul pentru tensiunea de ieșire este următoarea:

(3.2.1),

unde: 1.25 – reprezintă tensiunea de referință produsă de către blocul ***Regulator Tensiune de Referință.***

Se înlocuiește cu 5V și rezultă următoarea ecuație:

Așadar, este nevoie ca raportul dintre R2 și R1 să fie de 3. Pentru partea practică se vor folosi rezistorii R1=3,3kΩ și R1=10kΩ.

Concluzie: Acestea sunt valorile componentelor necesare implementării unui convertor Step-Down cu o tensiune de intrare de 12V și o tensiune de ieșire de 5V. Se mai menționează faptul că Dioda Shottky, împreună cu bobina L şi condesatorul C0 transformă impulsurile PWM date de către MC34063 în tensiune continuă (**VOUT**). Cu toate acestea, o parte din impulsurile PWM pătrund sub formă de perturbații în tensiunea de ieșire. Aceste perturbații reprezintă de fapt . Cu cât valoarea acestor perturbații se vrea mai mică, cu atât valoarea necesară condesatorului de ieșire C0  va fi mai mare. Putem spune astfel că este invers proporțional cu valoarea condensatorului C0. În practică, voi folosi un condesator de ieșire de 47µF, eliminând astfel tensiunile perturbatoare de la ieșirea circuitului.

3.2.2 Convertorul BOOST

În cele ce urmează se vor efectua, conform datasheet-ului integratului MC34063, calculele pentru realizarea unui convertor BOOST care va avea următoarele caracteristici:

* , 100mA (100mV Ripple), reprezintă variația tensiunii de la ieșire.

Schema circuitului este următoarea:

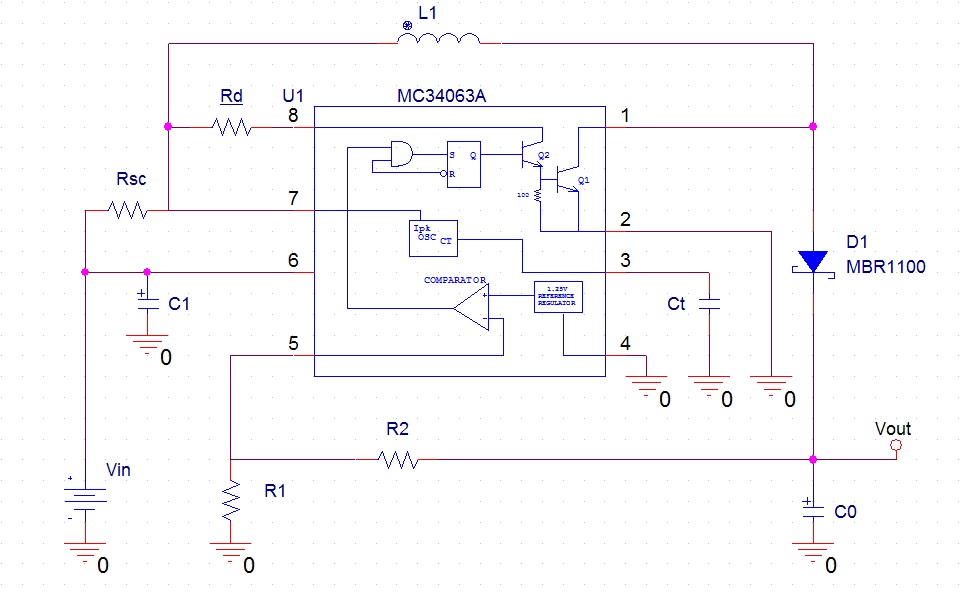


Figura 3.13 Convertor BOOST - OrCad

Similar subcapitolului anterior, se vor calcula componentele necesare pentru realizarea unui convertor BOOST.

,

Precizare: = 0,5V în cazul convertorului Boost, spre deosebire de în cazul convertorului Buck.

La fel ca și în cazul convertorului Buck, și pentru convertorul Boost se va alege o frecvență de lucru de 100kHz pentru a nu fi necesară o bobină mare.

unde: – curentul maxim dorit la ieșire;

- curentul de vârf care va parcurge dioda și bobina din circuit;

unde: – valoarea minimă a bobinei L din circuit.

Avem ca și în subcapitolul anterior, ne mai rămane de calculat, cu ajutorul formulei (3.2.1) valoarea rezistorilor care formează divizorul de tensiune de la ieșirea circuitului, divizor care va dicta tensiunea de ieșire a convertorului. Reamintesc ca tensiunea dorită este de 12V.

Așadar, pentru a obține la ieșirea circuitului o tensiune este nevoie ca raportul dintre R2 și R1 să fie de 8,6.

3.3 Universal Calculator MC34063

Universal Calculator – MC34063 este un program realizat de către Tobias Eiseler în anul 2011. Cu ajutorul lui se pot efectua automat toate calculele din capitolul anterior contribuind astfel la realizarea eficientă a unor convertoare de tensiune, Boost, Buck sau Inverter.

Interfața programului este foarte intuitivă așa cum se poate vedea în imaginea următoare:

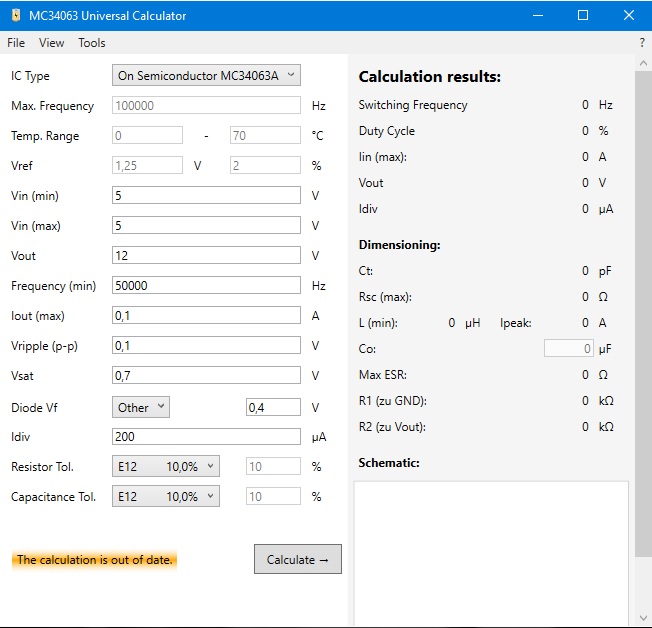


Figura 3.3.1 Interfață MC34063 – Universal Calculator

În primul rând se va alege valoarea tensiunii de intrare , respectiv a tensiunii de ieșire .

În funcție de valorile alese, programul va ști daca se dorește realizarea unui convertor Buck sau a unui convertor Boost afișând și schema necesară realizării circuitului. Tensiunile trebuie să fie cuprinse între 1,25 și 40V, acestea fiind tensiunile între care poate lucra circuitul integrat MC34063.

De asemenea, se va mai alege și frecvența de lucru a oscilatorului, acesta lucrând pană la frecvența maxima de 100kHz. Cu cât se alege o frecvență mai mare, cu atât se va putea utiliza o bobina mai mică în ansamblul circuitului.

Următoarea etapă va fi alegerea curentului maxim de la ieșirea circuitului. În cazul în care valoarea aleasă va fi una prea mare, calculatorul va afișa mesajul de eroare: Switch peak current xxx mA exceeds 1500 mA limit !

Mai departe se va alege valoarea tensiunii perturbatoare de la ieșirea circuitului. Recomand alegerea unei tensiuni cuprinse între 50 și 100mV, acestă tensiune neafectând eficiența circuitului. Cu cât se setează această tensiune la o valoare mai mica, cu atât mai mare va fi condensatorul de la ieșirea circuitului.

este următorul parametru care trebuie setat. Conform datasheet-ului, pentru realizarea unui convertor Buck , iar pentru un convertor BOOST .

Ultima etapă importantă este precizarea căderii de tensiune pe dioda folosită în circuit. Acest soft are deja ca setări prestabilite anumite diode Schottky: BAT42, BAT43, 1N5817, 1N5818, 1N5819. Toate aceste diode, dar și altele care au caracteristici asemănătoare celor de mai sus vor face față cu brio.

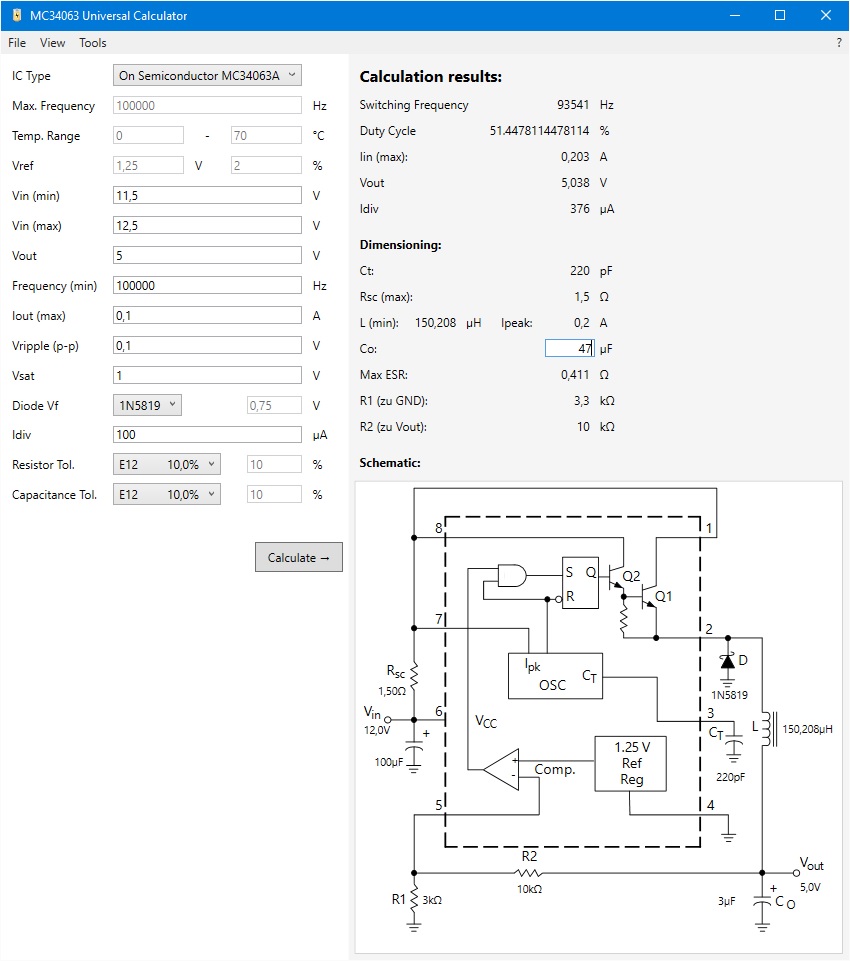
În imaginea de mai jos, avem un exemplu de calcul pentru un convertor Step-Down, setând aceleași caracteristici cu care s-a proiectat convertorul Buck din **Subcapitolul 3.2.1.**

Figura 3.3.2 Convertor Buck – Universal Calculator

Se observă așadar că rezultatele obținute în programul MC34063 au valori foarte apropiate de cele calculate în **Subcapitolul 3.2.1.**

Conform celor de mai sus, se va proceda mai departe la verificarea calculelor aferente convertorului Boost efectuate în **Subcapitolul 3.2.1.**

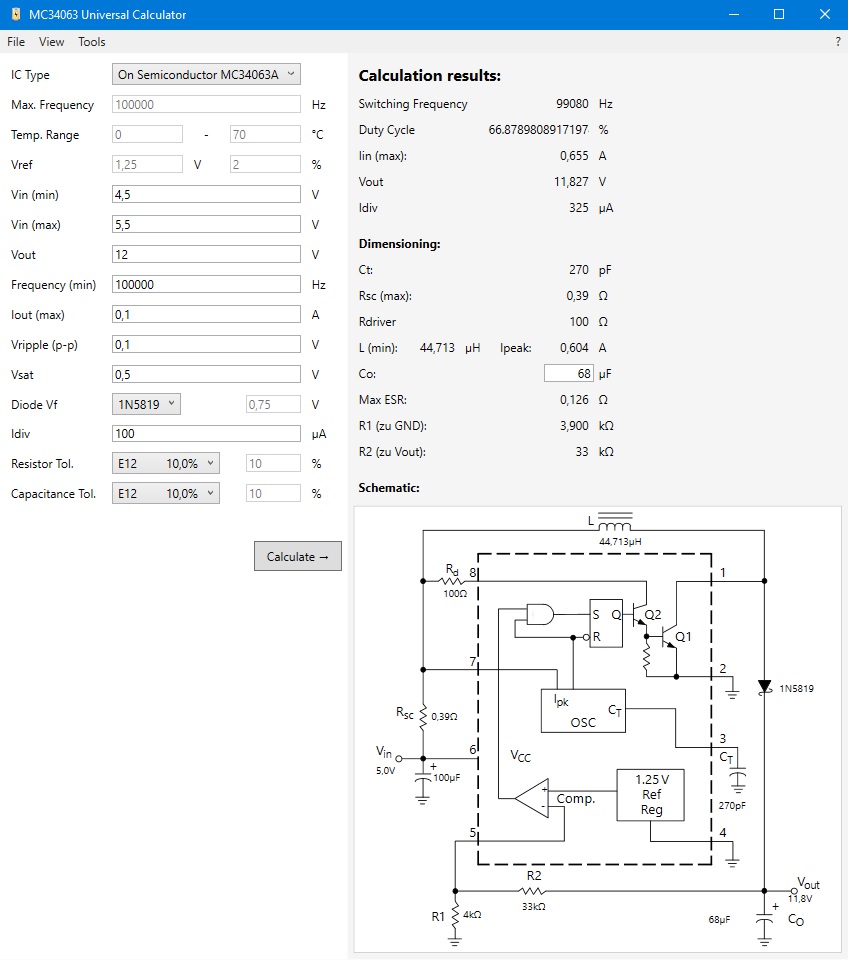
Rezultatele sunt în imaginea de mai jos:

Figura 3.3.3 Convertor Boost – Universal Calculator

Se observă așadar că și de această dată, rezultatele din program sunt confirmate de către rezultatele obținute în urma calculelor din **Subcapitolul 3.2.1**pentru convertorul Boost.

În concluzie, acest program este dedicat oricărei persoane care dorește să construiască un convertor de tensiune, fiind foarte eficient în efectuarea automata a calculelor.

3.4 Implementarea softului Universal Calculator la nivel de website

CAPITOLUL 4

SIMULARE ȘI EXPERIMENTE

4.1 Aplicații

În acest capitol s-a dorit implementarea în practică a circuitelor Boost și Buck modelate conform calculelor în capitolul anterior. Pentru ambele convertoare s-a stabilit o câte o schemă care a fost proiectată și simulată în Cadence OrCad 16.6.

Convertoarele au fost mai apoi realizate în practică și verificate cu ajutorul aparatelor de măsură din cadrul departamentului de Electronică Aplicată a Facultății de Electronică și Telecomunicații.

4.2 Descriere mediu de simulare OrCad

OrCAD este un pachet software destinat proiectării asistate de calculator a circuitelor electronice, al cărui producător este Cadence Design Systems.

Numele OrCAD este o combinație care reflectă originea companiei și destinația pachetului software (computer aided design): Oregon + CAD.

OrCAD împlinește 30 de ani de existență. Ediția aniversară OrCAD 16.6-2015, recent lansată, include noi tehnologii, adaptate cerințelor complexe de proiectare actuale.

Versiunea actuală este 16.6-2015 și conține următoarele module:

* OrCAD® Capture - pentru proiectarea schemelor electrice și electronice;
* Capture CIS option (Component Information System) - pentru gestionarea informațiilor despre componentele electronice;
* PSpice® A/D - pentru analiza și simularea circuitelor electronice mixte (analog-digitale);
* PSpice® Advanced Analysis - pentru analiza avansată a circuitelor electronice (optimizare, stres, cazul cel mai nefavorabil, Monte Carlo);
* PSpice® SLPS (Simulink-PSpice interface) - pentru co-simularea sistemelor electro-mecanice impreună cu MATLAB Simulink;
* OrCAD® PCB Editor - pentru proiectarea plăcilor cu circuite imprimate (PCB);
* SPECCTRA for OrCAD - pentru rutarea automată interactivă a plăcilor cu circuite imprimate;
* OrCAD® Signal Integrity - pentru analiza integrității semnalelor înainte și după rutare.

4.3 Convertorul Step-Down (BUCK)

4.3.1 Simularea circuitului în OrCad PSpice

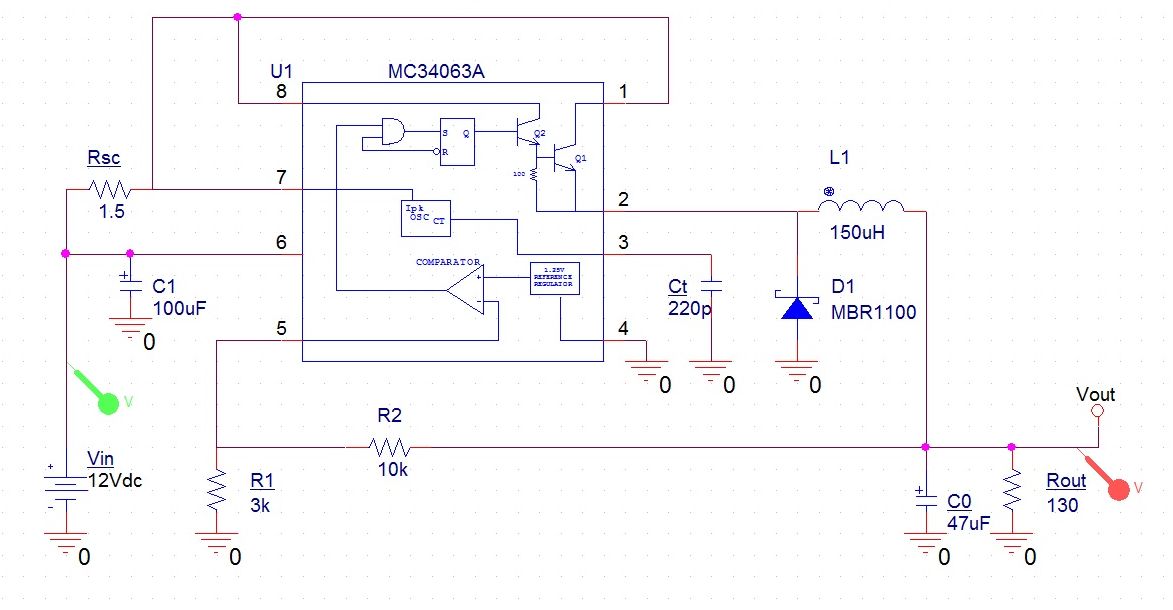
În figura 4.3 se prezintă schema care a fost implementată în OrCad Capture.

Figura 4.1 Implementare convertor Buck realizat cu MC34063

S-au folosit următoarele componente:

* Sursa Vin = 12Vdc;
* RSC = 1.5 Ω; R1 = 3 kΩ; R2 = 10 kΩ;
* C1 = 100 µF; C0 = 47 µF – s-a folosit un condensator de 47 µF pentru Vripple mic.
* Ct = 220 pF;
* Rout = 130 Ω;
* L1 = 150 µH;
* D1 MBR1100 – diodă Schottky(caracteristici similare diodei 1N1819 folosită în practică);
* MC34063A – Circuitul integrat;

Simularea a fost facută în domeniul timp(Transient) cu setările de mai jos:

* Run to time = 100ms;
* Maximum step size = 10µs;

Rezultatele simulării sunt in imaginea de mai jos:

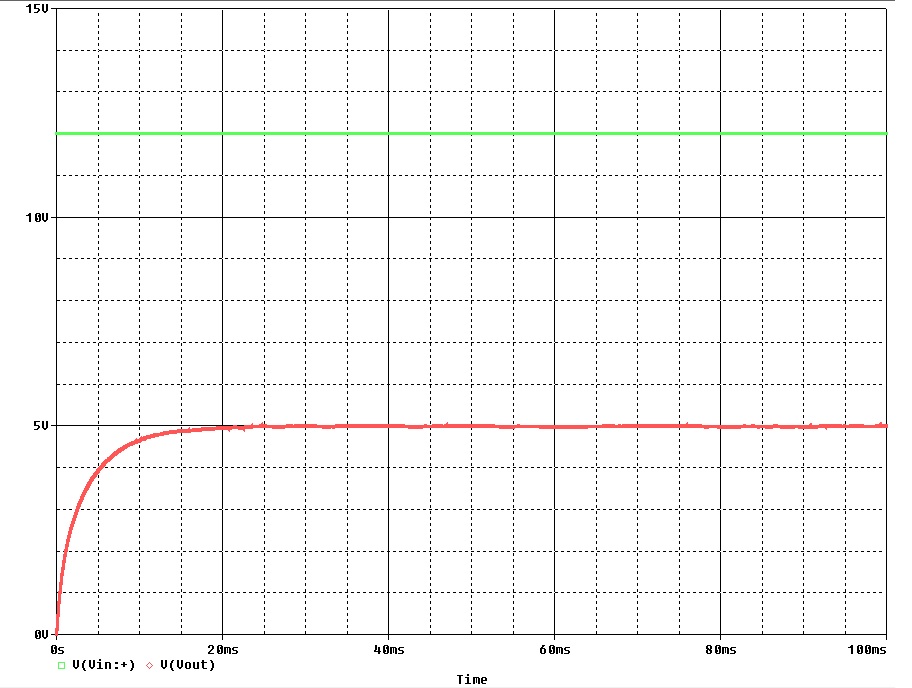


Figura 4.2 Rezultatele simulării convertorului BUCK

După cum se poate observa în graficul de mai sus, valorile tensiunii de intrare și de ieșire sunt cele propuse la dezvoltarea acestui convertor Buck și anume:

* Vin = 5V;
* Vout = 12V;

Experiment: Pentru a se vedea influența condesatorului de ieșire C0 asupra formei de undă a tensiunii de ieșire s-au efectuat două simulări, prima cu C0 = 47uF, iar a 2-a cu C0 = 3uF. Rezultatele sunt în imaginile următoare:

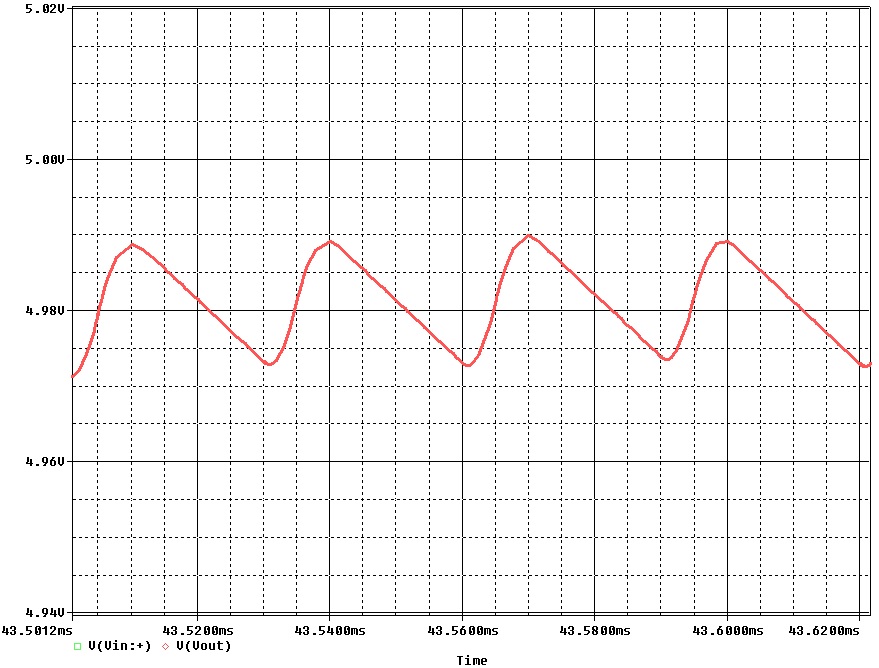


Figura 4.3 Forma de undă a tensiunii de ieșire cu C0=47µF

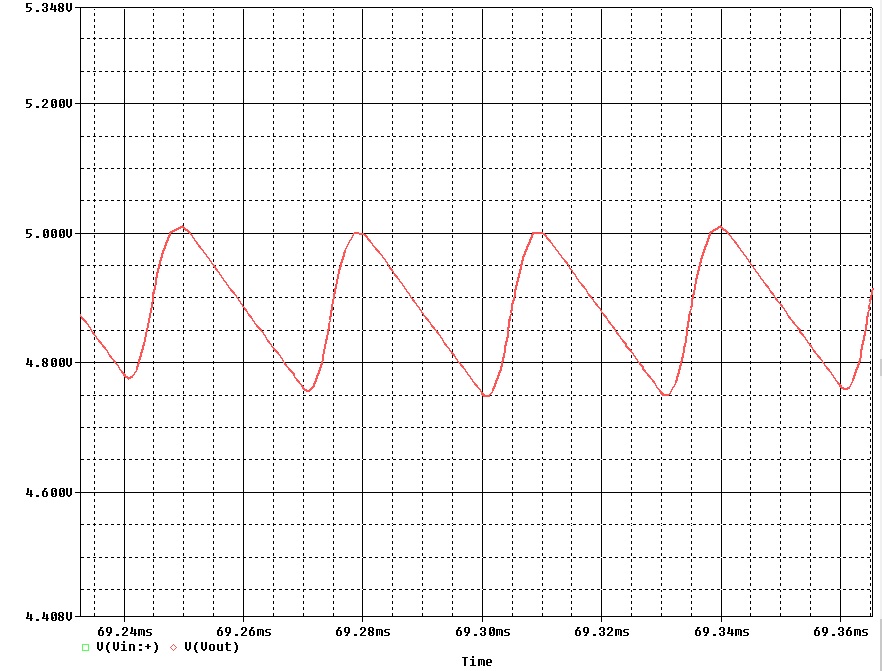
****

Figura 4.4 Forma de undă a tensiunii de ieșire cu C0=3µF

Se observă așadar că la utilizarea unui condensator de ieșire de 3µF, variația tensiunii de la ieșire Vripple = 200mV, iar la utilizarea unui condensator de ieșire de 47µF Vripple = 2mV, deci de 10 ori mai mică. Așadar, pentru realizarea practică a convertorului, se va folosi un condensator de ieșire C0 = 47µF.

4.3.1 Realizarea practică a circuitului

În acest subcapitol se va prezenta realizarea practică a circuitului, imagini cu circuitul, respectiv rezultatele măsuratorilor facute asupra circuitului.

Convertorul Buck a fost realizat pe o placă de test și este prezentat în imaginea de mai jos.

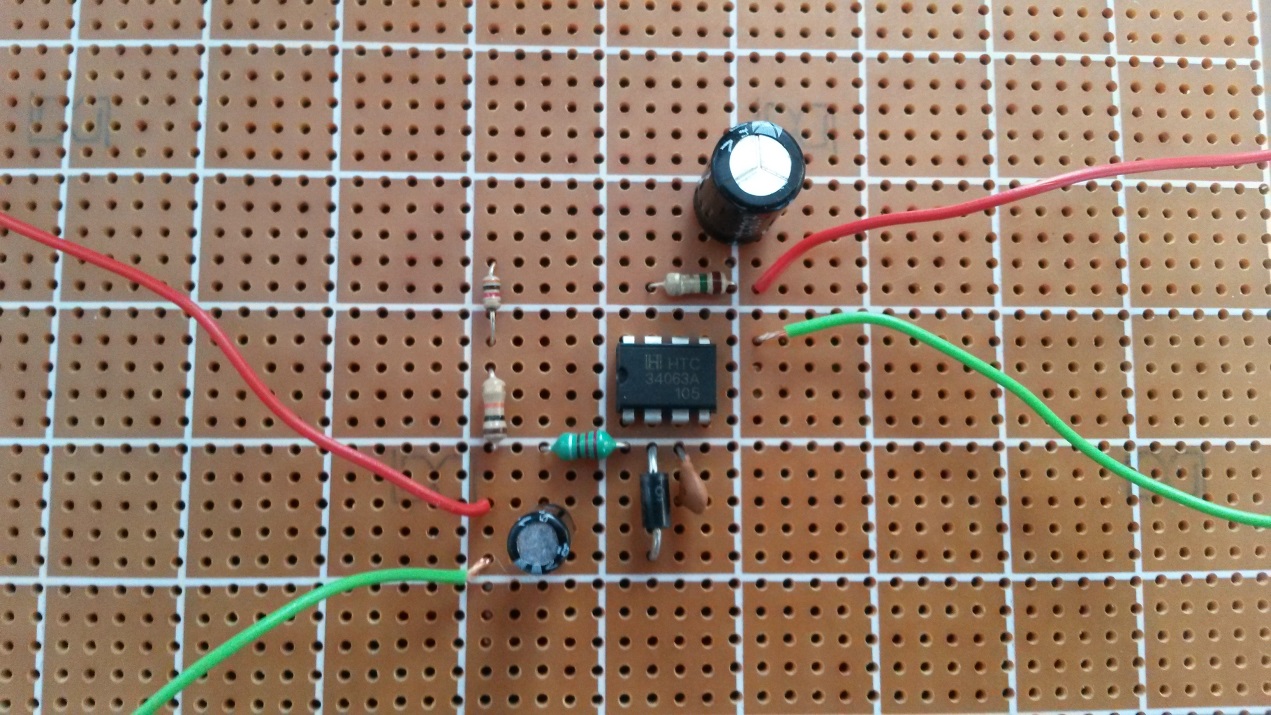


Figura 4.5 Convertul Buck realizat practic

Circuitul se alimentează cu o tensiune de 12V, iar la ieșire va produce o tensiune stabilă de 5V.

Circuitul a fost alimentat de la o sursă de alimentare programabilă **HM8143**, așa cum se poate vedea în următoarea imagine:



Figura 4.6 Alimentarea cu 12V a convertorului Buck

Măsuratorile circuitului au fost realizate cu ajutorul osciloscopului **Tektronix DPO4104B Digital Phosphor Oscilloscope** din cadrul laboratorului B128b al departamentului de Electronică Aplicată. Rezultatele se pot vizualiza în următoarea imagine:

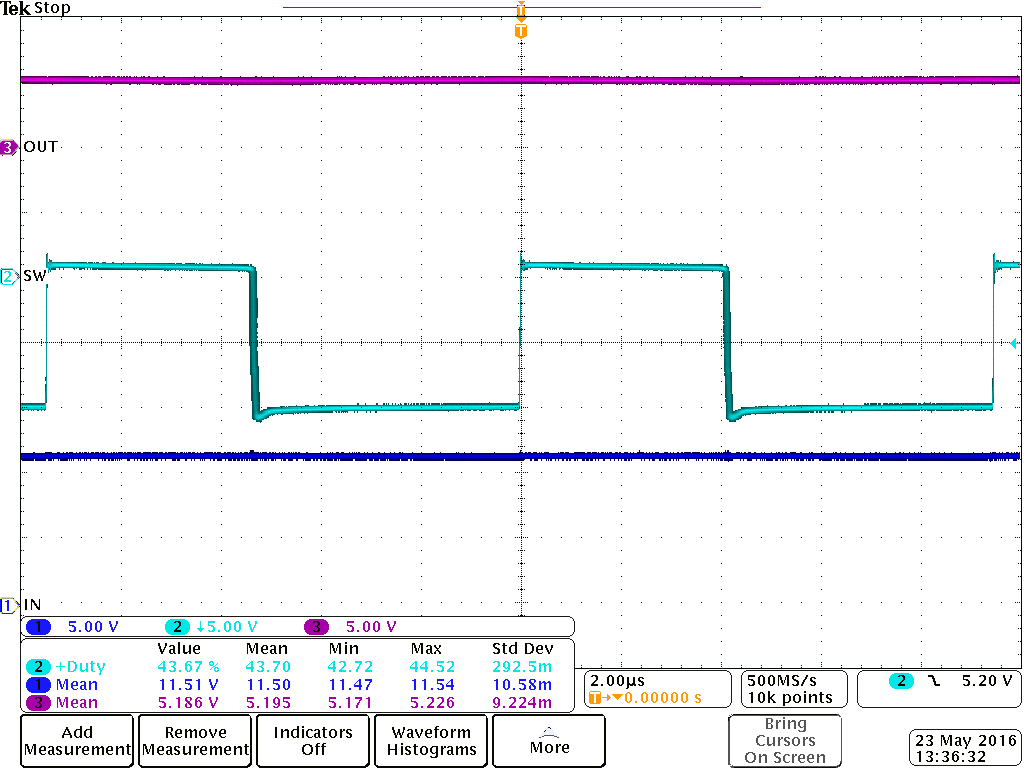


Figura 4.7 Rezultatul măsurării circuitului pe Osciloscop

4.4 Convertorul Step-Up (BOOST)

4.4.1 Simularea circuitului în OrCad PSpice

În figura 4.4 se prezintă schema care a fost implementată în OrCad Capture.

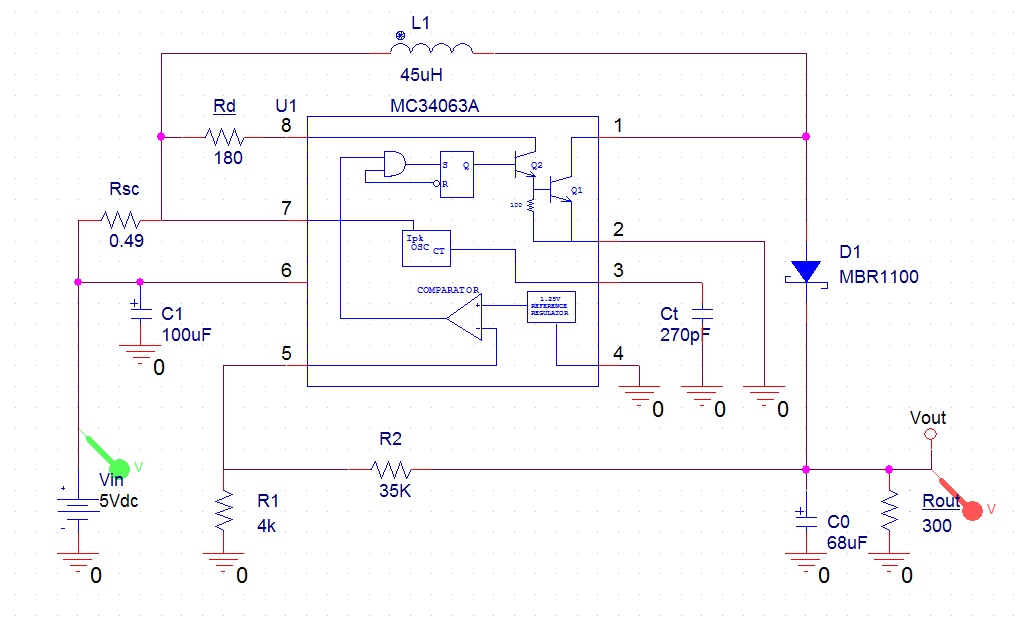


Figura 4.8 Implementare convertor Boost realizat cu MC34063

S-au folosit următoarele componente:

* Sursa Vin = 5Vdc;
* RSC = 0,49 Ω; Rd=180 Ω; R1 = 4 kΩ; R2 = 35 kΩ;
* C1 = 100 µF; C0 = 68 µF;
* Ct = 270 pF;
* Rout = 300 Ω;
* L1 = 45 µH;
* D1 MBR1100 – diodă Schottky(caracteristici similare diodei 1N1819 folosită în practică);
* MC34063A – Circuitul integrat;

Simularea a fost facută în domeniul timp(Transient) cu setările de mai jos:

* Run to time = 100ms;
* Maximum step size = 10µs;

Rezultatele simulării sunt in imaginea de mai jos:

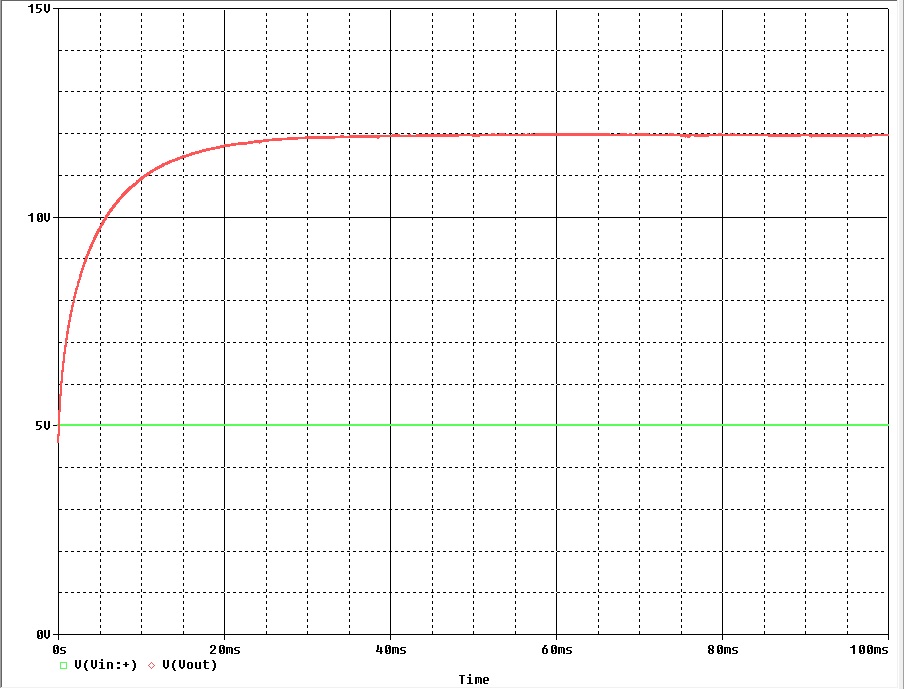


Figura 4.9 Rezultatele simulării convertorului BOOST

După cum se poate observa în graficul de mai sus, valorile tensiunii de intrare și de ieșire sunt cele propuse la dezvoltarea acestui convertor Buck și anume:

* Vin = 12V;
* Vout = 5V;

De asemenea, în imaginea următoare se va reprezenta și forma de undă a tensiunii de la ieșire pentru a se vizualiza valoarea tensiunii VRipple.

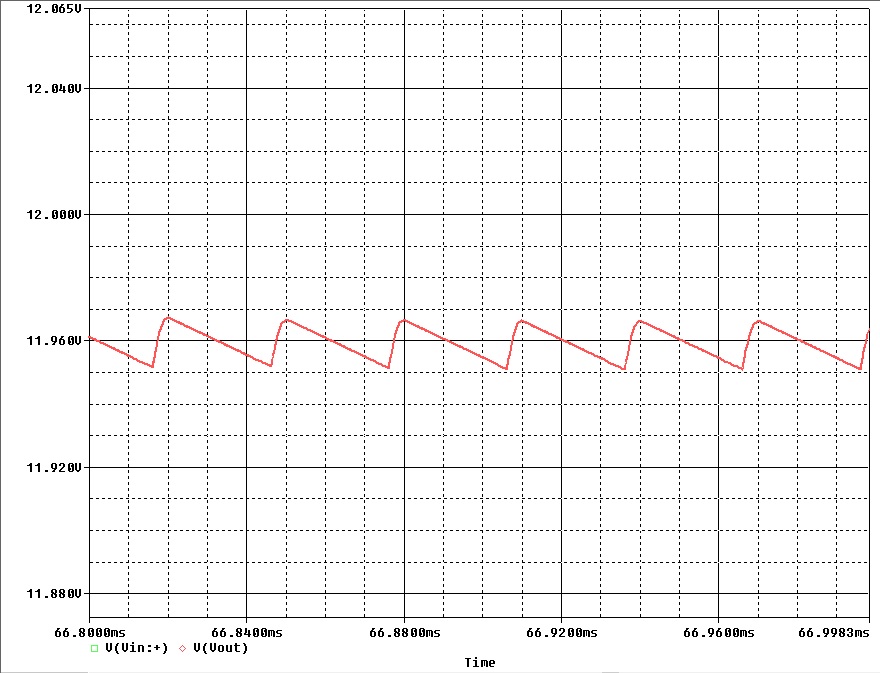


Figura 4.10 Forma de undă a tensiunii de ieșire

În graficul de mai sus, se observă faptul că tensiunile perturbatoare de la ieșirea circuitului sunt nesemnificative. VRipple = 20mV.

4.4.2 Realizarea practică a circuitului

Convertorul Boost a fost realizat pe o placuță cu cablaj imprimat și este prezentat în imaginea de mai jos:

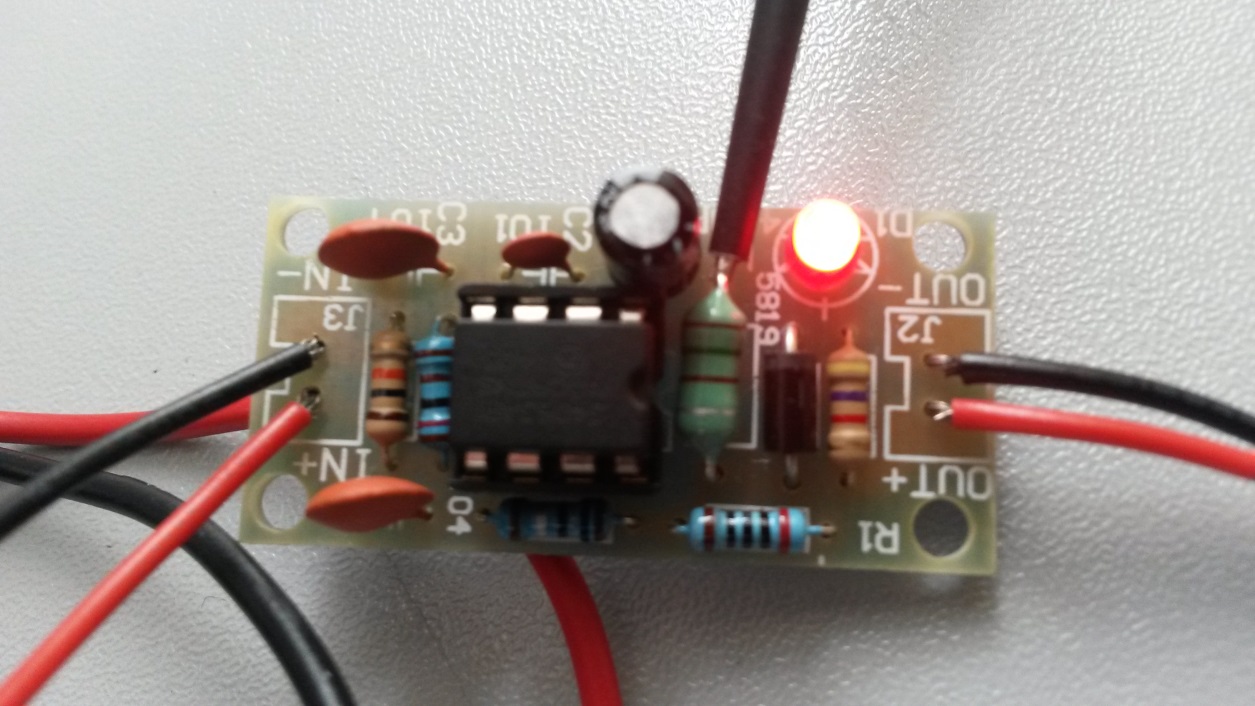


Figura 4.11 Convertul Boost realizat practic

Circuitul se alimentează cu o tensiune de 5V, iar la ieșire va produce o tensiune de 12V.

Circuitul a fost alimentat de la o sursă de alimentare programabilă **HM8143**, așa cum se poate vedea în următoarea imagine:

Figura 4.12 Alimentarea cu 5V a convertorului Boost

Măsurătorile s-au efectuat cu același osciloscop ca și în cazul de mai sus, iar rezultatele se pot vizualiza în următoarea imagine:

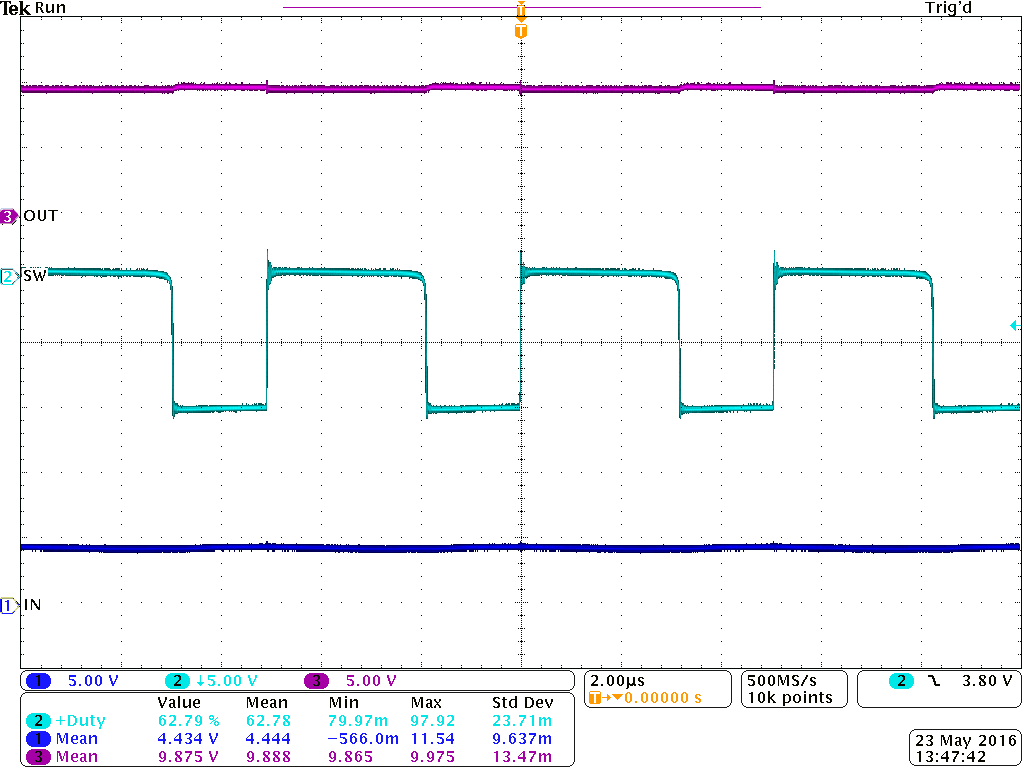
CAPITOLUL 5

Figura 4.13 Rezultatul măsurării circuitului pe Osciloscop

CONCLUZII

Această lucrare conține o trecere în revistă a principalelor aspecte teoretice legate de sursele în comutație și un mod eficient de realizare a acestora.

Practic s-a concretizat prin realizarea a două convertoare, unul coborâtor și unul crescător de tensiune. Montajele au fost făcute drept model pentru oricine dorește să-și construiască un convertor de tensiune într-un mod eficient.

De asemenea, lucrarea se mai adresează și studenților Facultății de Electronică și Telecomunicații, din considerente didactice, care vor putea efectua măsuratori și experimente pe circuitele construite.

Contribuțiile personale ale autorului constau în sinteza materialelor bibliografice, modelarea prin calcule a convertoarelor de tensiune conform fișei tehnice a integratului MC34063, implementarea schemelor și realizarea simulărilor în OrCad, proiectarea și realizarea circuitelor, efectuarea măsurătorilor practice și redactarea documentației.

Bibliografie

1. Viorel Popescu, Electronică de Putere, Editura de Vest Timișoara, 2008
2. Aurel Gontean, Mircea Băbăiță, Circuite Integrate Digitale,note de curs, Editura Politehnica Timișoara
3. [www.eevblog.com](http://www.eevblog.com)
4. [hwww.hobbytronica.ro](http://www.hobbytronica.ro)
5. [www.onsemi.com](http://www.onsemi.com)
6. [www.intranet.etc.upt.ro](http://www.intranet.etc.upt.ro)