

 **Технически университет – София**

Факултет по електронна техника и технологии

Катедра „Силова електроника”

Презентация № 5

Ключови стабилизатори на постоянно напрежение с галванично разделяне.

дисциплина „Токозахранващи устройства” – ВЕ37
ОКС „Бакалавър” от Учебен план за студентите на специалност
Електроника, Професионално направление
5.2. Електротехника, електроника и автоматика



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд

Съдържание:

1. Схеми на прав преобразувател с галванично разделяне.
2. Схеми на обратен преобразувател с галванично разделяне.
3. Схеми на двутактни преобразуватели с галванично разделяне.
4. Симулационни изследвания на схеми с галванично разделени входна и изходна верига.



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Въведение :

От гледна точка на безопасност често се налага да има галванично разделяне между входната и изходната вериги. Галваничното разделяне се постига чрез трансформатор или двунамотъчен дросел. Прехвърлянето на енергията се осъществява посредством магнитното поле на трансформатора или дросела.



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

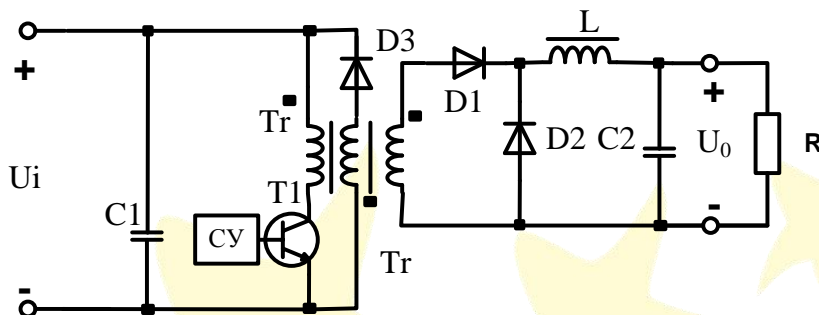
„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд

1. Схеми на прав преобразувател с галванично разделяне.



На фигурата е показана схема на прав преобразувател с галванично разделяне. Принципът на действие на преобразувателя, не се различава от този на основната схема на правия преобразувател. В тази схема имаме два магнитни елемента трансформатора Tr и дросела L. Трансформаторът е тринамотъчен.

С точки са отбелязани едноименните краища на намотките (например началата). При разглеждането на принципа на действие ще се спрем по-подробно на процесите в силовата схема, а системата за управление (СУ) е показана само идейно. За по-голяма яснота не са показани и обратните връзки по напрежение и ток към системата за управление на преобразувателя. Транзисторът T1 работи в ключов режим и може да се разглежда като ключ с две състояния: включено и изключено.



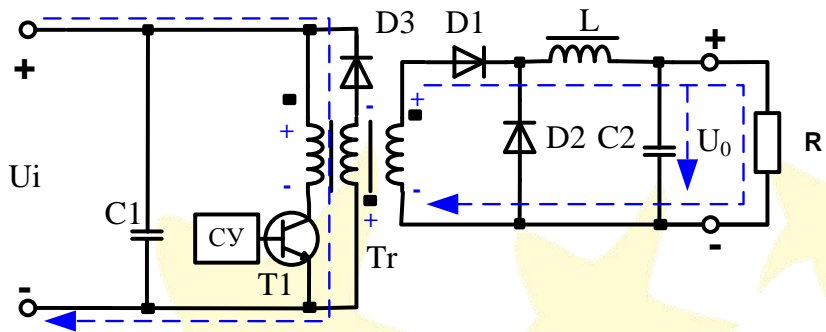
Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!





За времевия интервал $t_{и}$, транзисторът е включен и стабилизаторът консумира енергия от захранващия източник, отдава част от нея в товара, а част съхранява в реактивни елементи (дросела L и кондензатора $C2$). Контурите на предаване на енергията са показани със синя пунктирна линия. Показани са и поляритетите на напрежението на намотките.

Когато транзисторът $T1$ провежда, провежда и диодът $D1$, а диодите $D2$ и $D3$ са запушени. Енергията се прехвърля през магнитопровода на трансформатора.



Европейски съюз

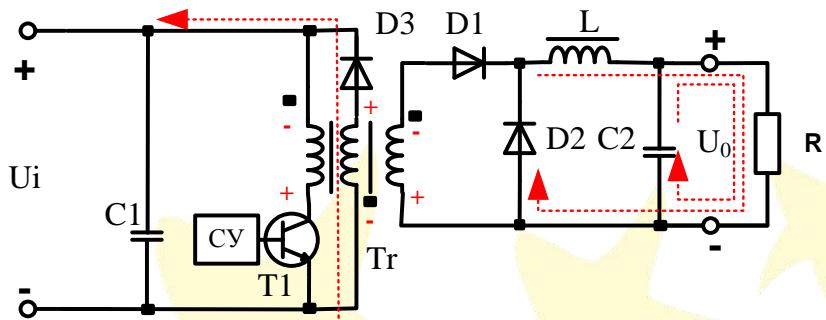
ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд



За времевия интервал $T-t_{и}$, транзисторът е запущен и не се консумира енергия от захранващия източник. Съхранената в реактивните елементи дросела L и кондензатора $C2$ енергия се отдава в товара. Контурите на предаване на енергията са показани с червена пунктирна линия. Показани са и поляритетите на напрежението на намотките.

Когато транзисторът $T1$ е запущен, провеждат диодите $D2$ и $D3$ а диодът $D1$ е запущен. Диодът $D3$ осигурява контур за разсейване на запасената в магнетопровода на трансформатора енергия и предпазва транзистора от пренапрежения. Третата намотка се нарича рекоперираща. Тя връща натрупаната енергия в кондензатора $C1$.



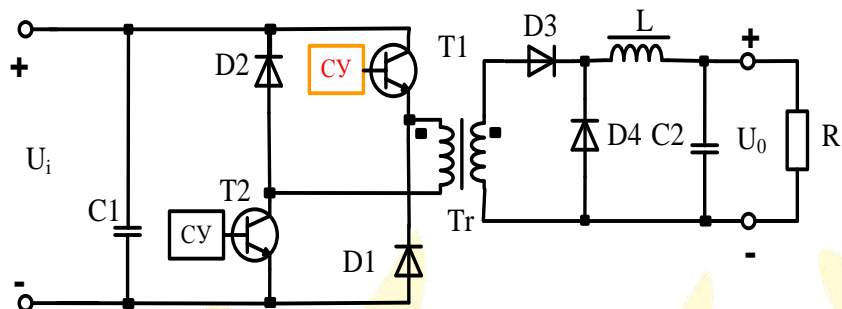
Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!





На фигурата е показана схема на двутранзисторен еднотактен прав преобразувател с галванично разделяне. При този преобразувател транзисторите T1 и T2 се превключват едновременно. Предимството на тази схема спрямо предходната е, че трансформаторът е двунамотъчен.

Връщането на запасената в трансформатора енергия се осъществява от диодите D1 и D2. Недостатък на тази схема спрямо предходната е, че транзисторите T1 и T2 се управляват спрямо различни потенциали и това води до усложняване на системата за управление. На схемата може да се види, че транзисторът T1 се управлява на потенциал различен от минуса на захранващото напрежение U_i .



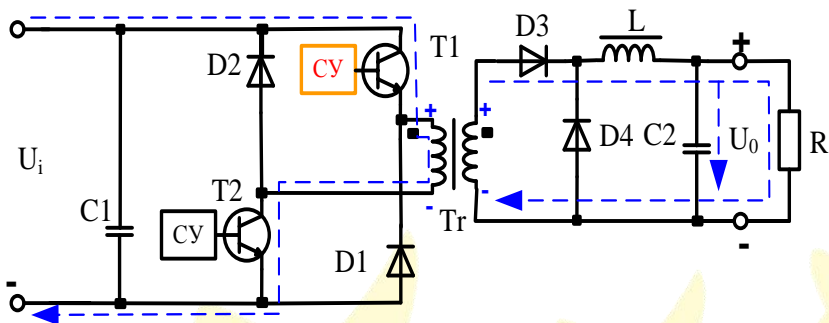
Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!





За времевия интервал $t_{и}$, транзисторите T1 и T2 са едновременно включени и стабилизаторът консумира енергия от захранващия източник, прехвърля енергията през трансформатора, отдава част от нея в товара, а част съхранява в реактивни елементи (дросела L и кондензатора C2).

Контурите на предаване на енергията са показани със синя пунктирна линия. Показани са и поляритетите на напрежението на намотките. Диодът D3 е отпушен и провежда, а диодите D1, D2, и D4 са запушени.



Европейски съюз

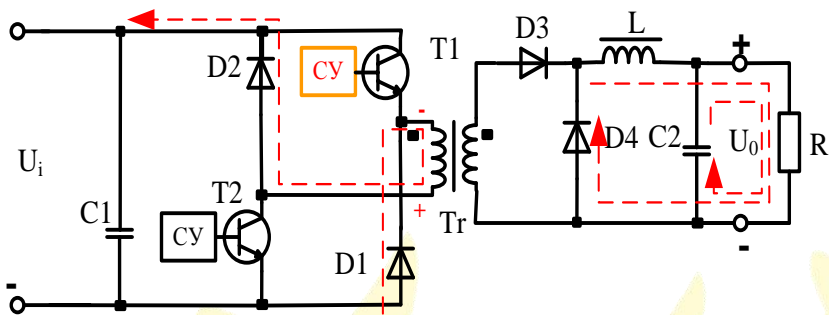
ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд



За времевия интервал T -ти, транзисторите $T1$ и $T2$ са запущени и не се консумира енергия от захранващия източник. Съхранената в реактивните елементи дросела L и кондензатора $C2$ енергия се отдава в товара. Контурите на предаване на енергията са показани с червена пунктирна линия. Диодът $D4$ е отпушен и провежда.

Диодите $D1$ и $D2$ осигуряват контур за разсейване на натрупаната енергия в трансформатора и по този начин предпазват транзисторите от пренапрежения. Чрез регулиране на коефициента на запълване $t_{и}/T$ се регулира и изходното напрежение U_0 .



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

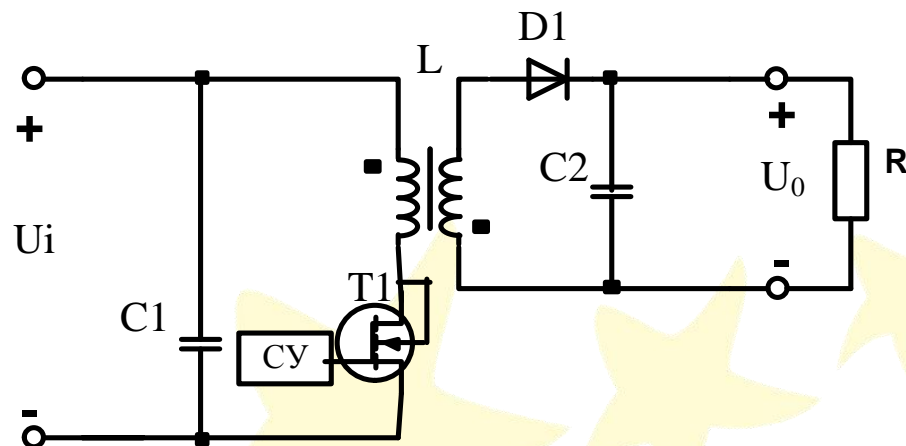
„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд

3. Схеми на обратен преобразувател с галванично разделяне.



На фигурата е показана една от най-често използваните схеми на обратен преобразувател с галванично разделяне. В схемата има само един магнитнитен елемент - двунамотъчен дросел - L . Схемата се използва при захранващи източници с малки мощности до около 150W. Тук отново ще бъдат разгледани процесите в силовата схема на преобразувателя.

Принципът на действие не се различава от принципа на действие на обратния преобразувател без галванично разделяне.



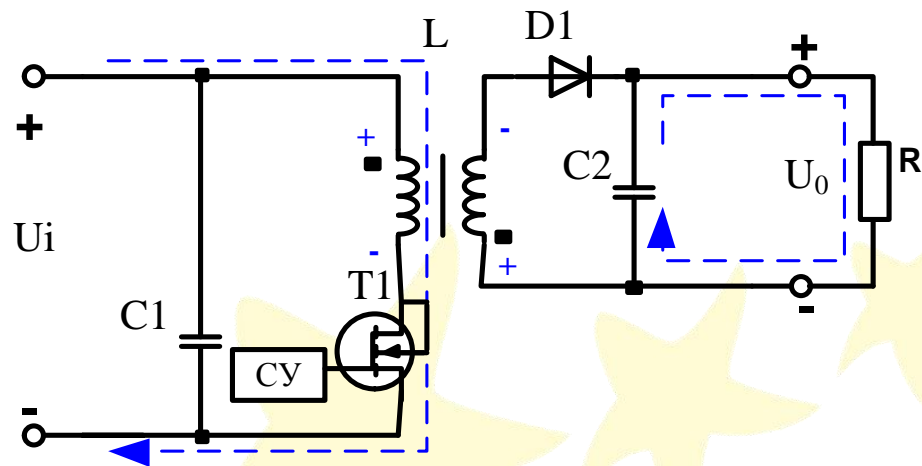
Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!





За времеви интервал t_i , транзисторът $T1$ е включен и се натрупва енергия в магнитния елемент L . През този интервал от време, товарът се захранва от запасената от предходния времеви интервал енергия в кондензатора $C2$. Контурите на предаване на енергията са показани със синя пунктирна линия. Показани са и поляритетите на напрежението на намотките.

Диодът $D1$ е запушен.



Европейски съюз

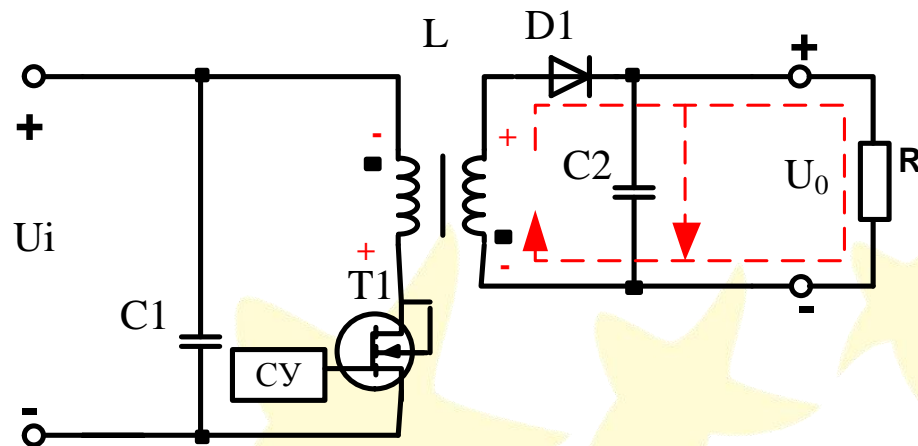
ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд



През времевия интервал $T-t_i$, транзисторът $T1$ е запущен, натрупаната в дросела L енергия се отдава в товара и зарежда кондензатора $C2$. Контурите на предаване на енергията са показани с червена пунктирна линия. Показани са и поляритетите на напрежението на намотките.

В този времеви интервал върху транзистора $T1$ се прилага право напрежение, равно на сумата от напрежението на захранващия източник и на първичната намотка на дросела. Чрез промяна на коефициентът на запълване t_i/T , може да се променя изходното напрежение U_0 .



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

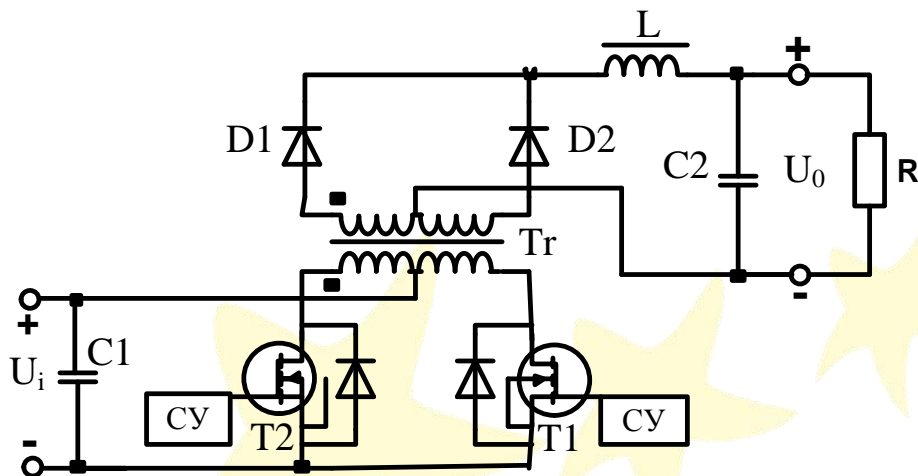
„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд

3. Схеми на двутактни преобразуватели с галванично разделяне.



На фигурата е показана схема на двутактен прав преобразувател с галванично разделяне. В тази схема и първичната и вторичната намотки са с изведена средна точка. Схемата има два магнитни елемента - трансформатор Tr и дросел - L. Схемата се използва при ниски захранващи напрежения U_i и мощности до 500W.

Друго предимство на схемата пред останалите двутактни схеми е, че транзисторите се управляват спрямо един и същи потенциал – минуса на захранващия източник. Това облекчава реализирането на системата за управление. Тук отново ще се спрем по-подробно на процесите в силовата схема, а системата за управление (CY) е показана само идейно. За по-голяма яснота не са показани и обратните връзки по напрежение и ток към системата за управление.



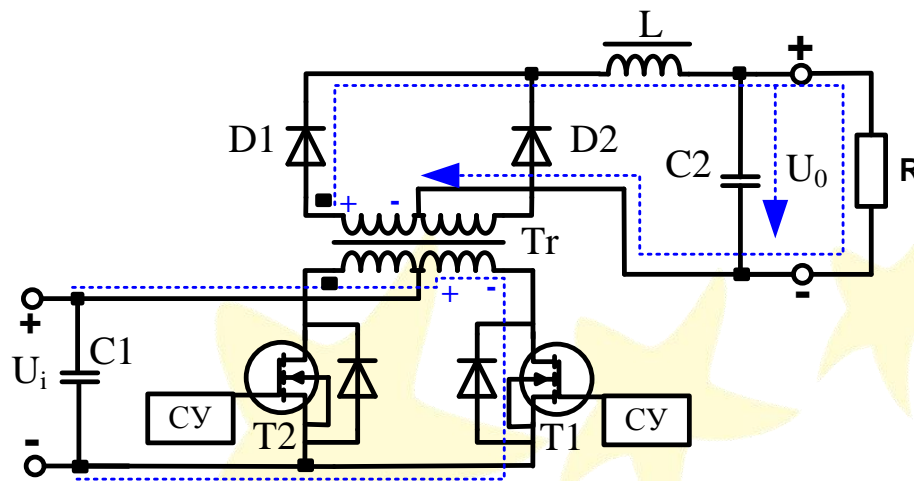
Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!





За времевия интервал t_1 , транзисторът $T1$ е включен и стабилизаторът консумира енергия от захранващия източник. Контурите на предаване на енергията са показани със синя пунктирна линия. Показани са и поляритетите на напрежението на полунамотките.

Едновременно с транзистора $T1$ провежда и диодът $D1$. Диодът $D2$ е запушен.

Транзисторите $T1$ и $T2$ създават променливо напрежение на първичната намотка. Едната полуувълна се създава от транзистора $T1$ а другата от транзистора $T2$. Времето на прожеждане на всеки един от транзисторите t_{on} може да се променя от 0 до $T/2$ (полупериода).



Европейски съюз

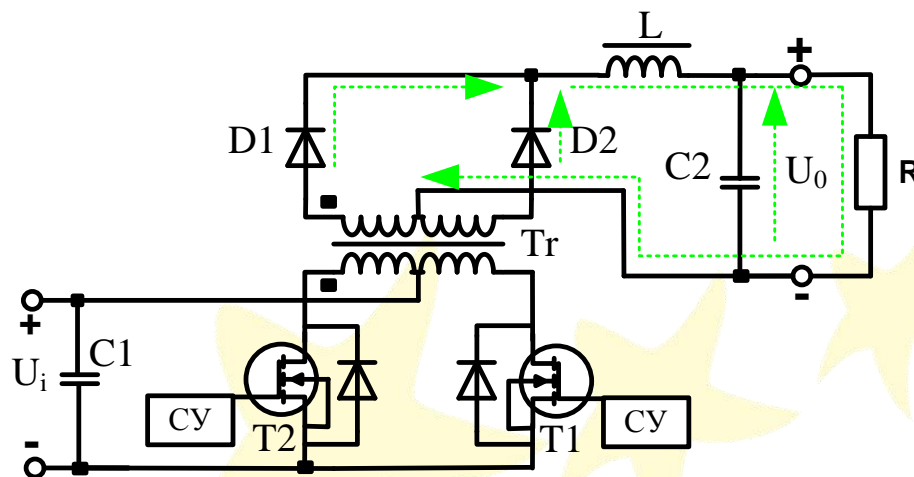
ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд



За времевия интервал $(T/2 - t_n)$, транзисторите T1 и T2 са запушени. Съхранената енергия в дросела L се отдава в товара като са отпушени едновременно диодите D1 и D2. Контурите на предаване на енергията са показани със зелена линия. Обратните диоди двързани паралелно на транзисторите T1 и T2 осигуряват контур за разсейване на енергията на трансформатора.

Чрез промяна на коефициента на запълване t_n/T се регулира изходното напрежение U_0 . Коефициентът на запълване е необходимо да е по-малък от 0.5, за да се предотврати едновременното отпушване на транзисторите T1 и T2.



Европейски съюз

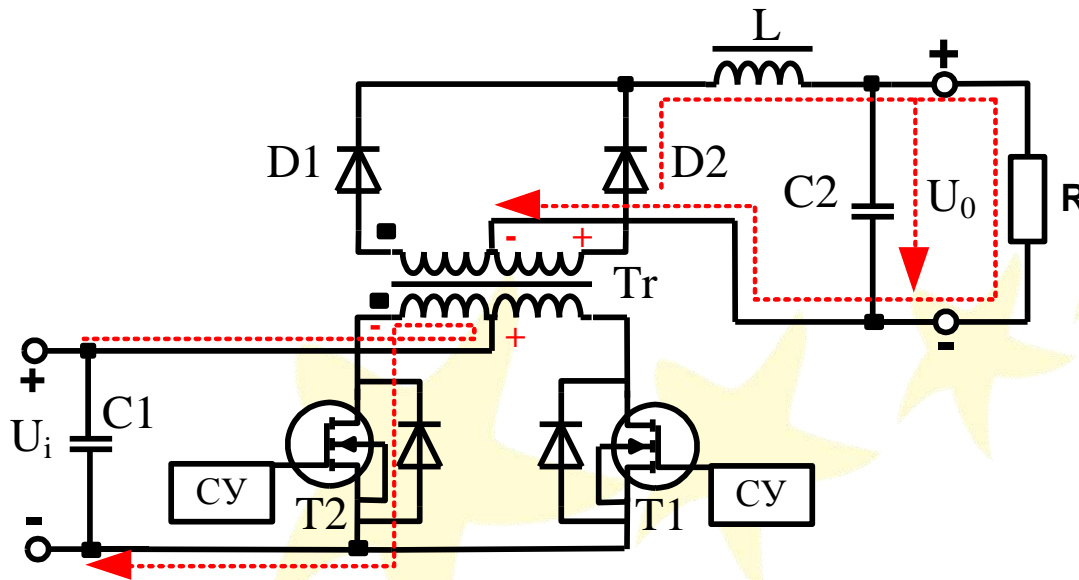
ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд



За времеия интервал t_2 , през втория полупериод, транзисторът T2 е включен и стабилизаторът консумира енергия от захранващия източник. Контурите на предаване на енергията са показани с червена пунктирна линия. Показани са и поляритетите на напрежението на полунамотките. Когато е отпушен транзистор T2 провежда и диодът D2. Диодът D1 е запушен.

След като се запуши транзисторът T2 отново провеждат едновременно диодите D1 и D2 аналогично на предния случай. След това процесите описани по-горе се повтарят отново.



Европейски съюз

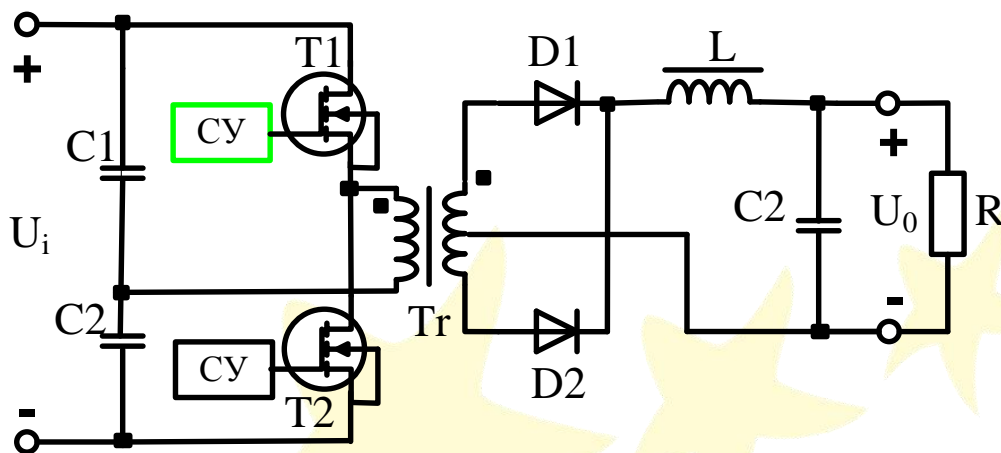
ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд



На фигурата е показана схема на двутактен прав преобразувател с галванично разделяне. Преобразувателят, който осигурява променливото напрежение на първичната намотка е полумостов инвертор с разделен захранващ източник. Ролята на разделянето на захранващия източник се изпълнява от кондензаторите C1 и C2.

Схемата се използва при средни мощности (до 500W) и захранващи напрежения U_i над 24V. Недостатък на схемата е, че транзисторите се управляват спрямо различни потенциали. Управляващата верига гейт-сорс на транзистора T1 е на променящ се потенциал спрямо минуса на захранващия източник. Това усложнява реализирането на системата за управление. Тук отново ще се спрем по-подробно на процесите в силовата схема, а системата за управление (CU) е показана само идейно.



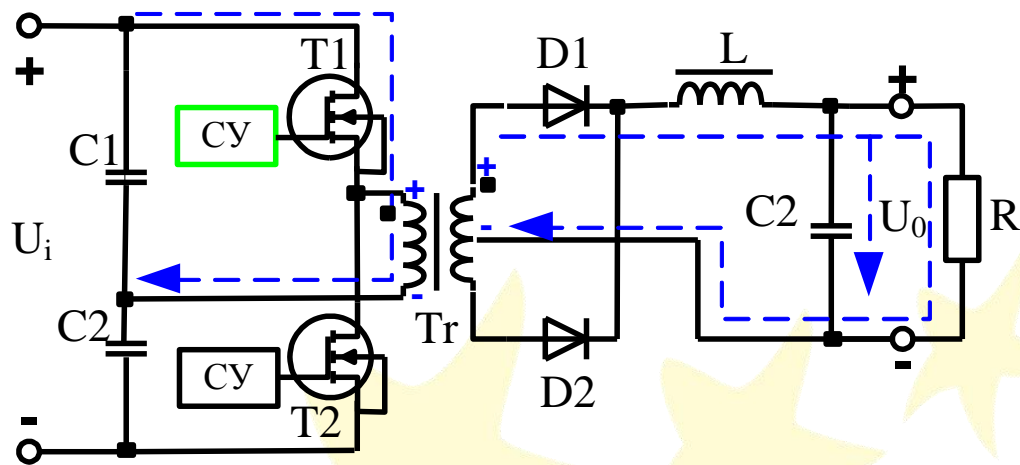
Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!





За времевия интервал t_i , транзисторът T1 е включен и стабилизаторът консумира енергия от захранващия източник. Контурите на предаване на енергията са показани със синя пунктирна линия. Показани са и поляритетите на напрежението на полунамотките.

Когато е отпушен транзистор T1 провежда и диод D1. Диодът D2 е запушен.



Европейски съюз

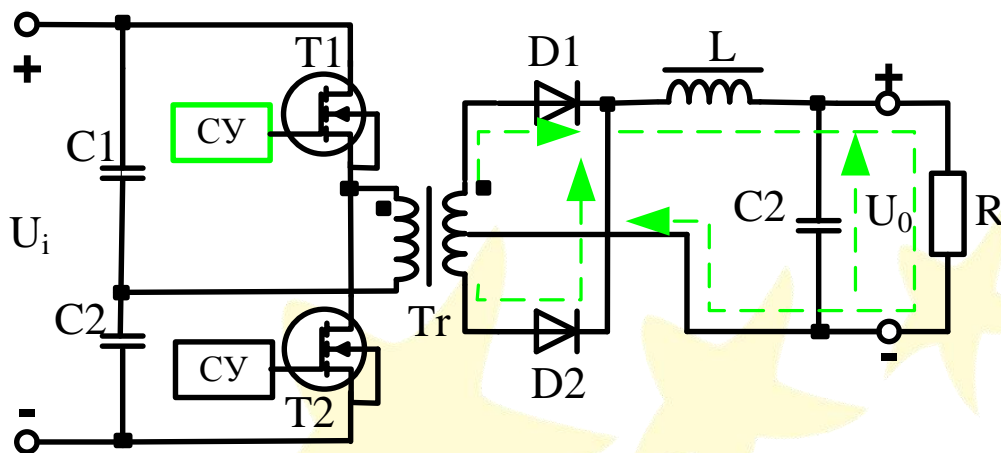
ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
сфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд



За времевия интервал ($T/2-t_i$), транзисторите T1 и T2 са запушени. Съхранената енергия в дросела L се отдава в товара като са отпушени едновременно диодите D1 и D2. Контурите на предаване на енергията са показани със зелена линия.



Европейски съюз

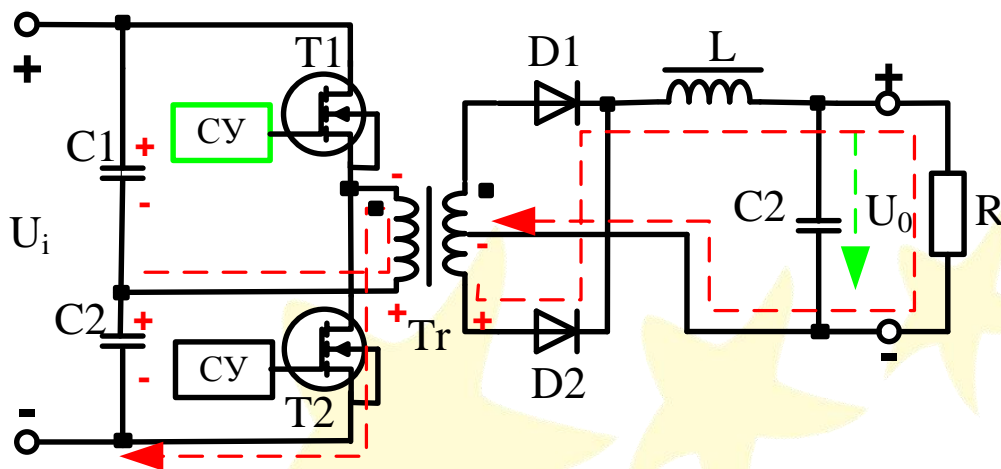
ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд



За времевия интервал t_i , през втория полупериод, транзисторът T2 е включен и стабилизаторът консумира енергия от захранващия източник. Контурите на предаване на енергията са показани с червена пунктирна линия. Показани са и поляритетите на напрежението на намотките.

Когато е отпушен транзистор T2 провежда и диод D2. Диодът D1 е запушен.

След запушване на транзисторите T1 и T2, отново провеждат едновременно диодите D1 и D2. Процесите са същите, както описаните по-горе.



Европейски съюз

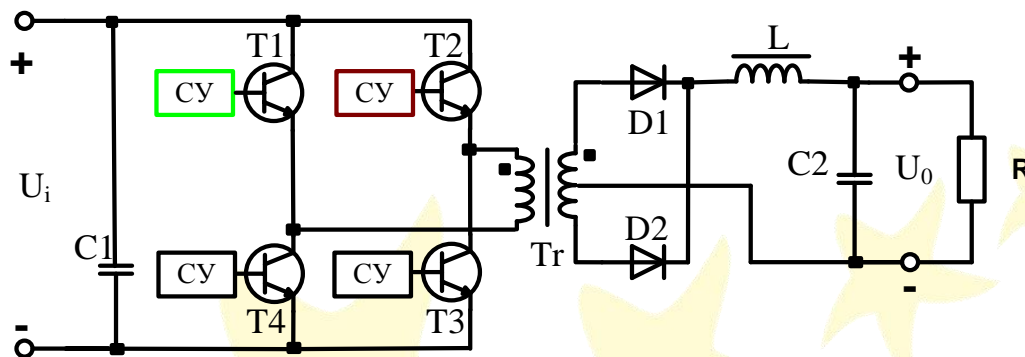
ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд



На фигурата е показана мостова схема на двутактен прав преобразувател с галванично разделяне. Схемата се използва при високи захранващи напрежения U_i и мощности до 1000W. В схемата провеждат едновременно два транзистора, следователно

имаме пад на напрежение върху два ключови елемента. Друг недостатък на схемата пред останалите двутактни схеми е, че транзисторите се управляват спрямо три различни потенциала. Тук отново ще се спрем по-подробно на процесите в силовата схема, а системата за управление (СУ) е показана само идейно. За по-голяма яснота не са показани и обратните връзки по напрежение и ток към системата за управление.



Европейски съюз

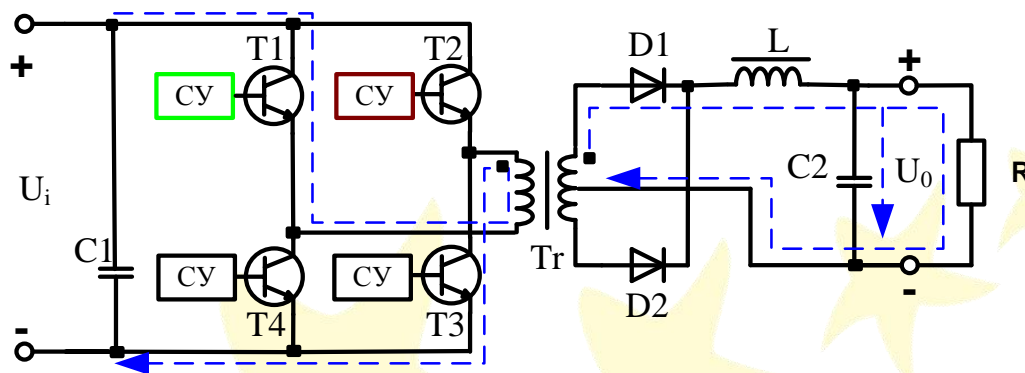
ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд



Принципът на действие на схемата е следния: Транзисторите се отпушват едновременно по двойки – T1 и T3, а през другия полупериод T2 и T4. При провеждането на транзисторите T1 и T3, провежда и диодът D1. Диодът D2 е запушен.

Контурите на предаване на енергията са показани със син цвят.



Европейски съюз

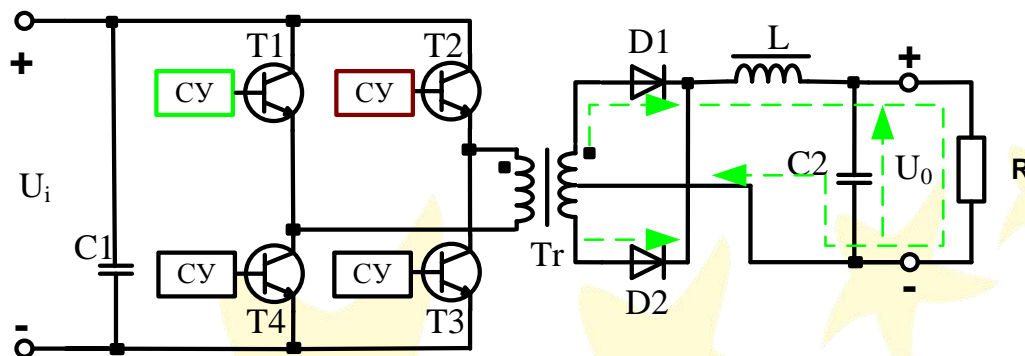
ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд



За времеия интервал $(T/2 - t_n)$ са
запушени и четирите транзистора.
Едновременно провеждат и двата
диода D1 и D2.

Контурите на предаване на енергията са показани със зелен цвят.



Европейски съюз

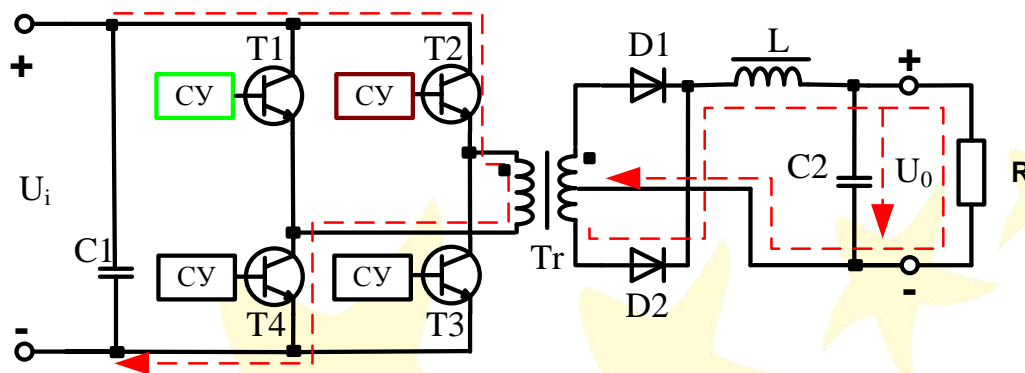
ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

**„Организационна и технологична инфраструктура за учене през
целия живот и развитие на компетенции”**

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд



През част от втория полупериод за времеви интервал ($T/2$ -ти) са отпуснени втората двойка транзистори – T2 и T4. При провеждането на транзисторите T2 и T4, провежда и диод D2. Диодът D1 е запушен. Контурите на протичане на тока са показани с червен цвят.

След това процесите се повтарят.



Европейски съюз

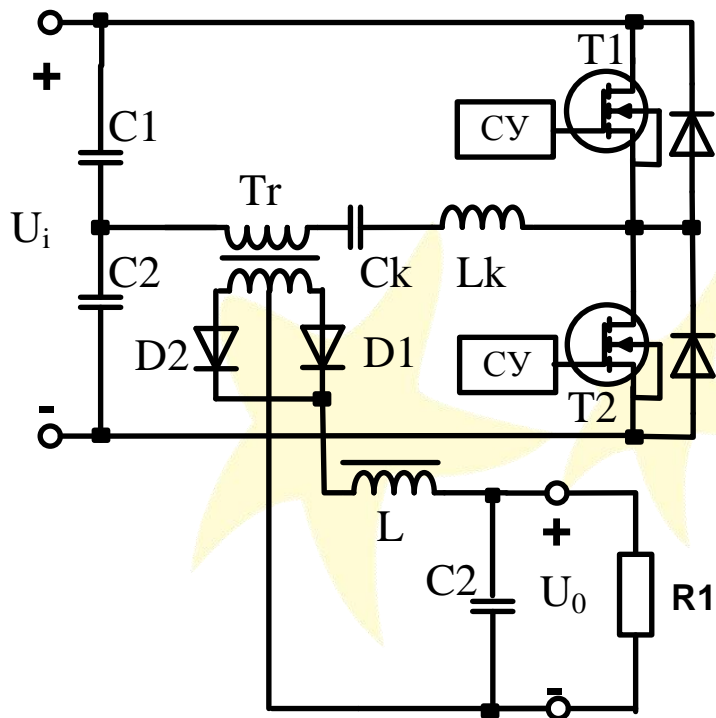
ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд



Един от начините за повишаване на коефициента на полезно действие на преобразувателите е намаляване на загубите от превключване на транзисторите. Целта е да се постигне превключване на транзистора при нулев ток и/или нулево напрежение. На фигурата е показан полумостов резонансен инвертор, използван за реализирането на преобразувателя. Кондензатора C_k , дросела L_k и приведените параметри на товара към първичната намотка образуват резонансен кръг. Чрез него се получава ток със синусоидална форма и се постига превключване на приборите при нулев ток.



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

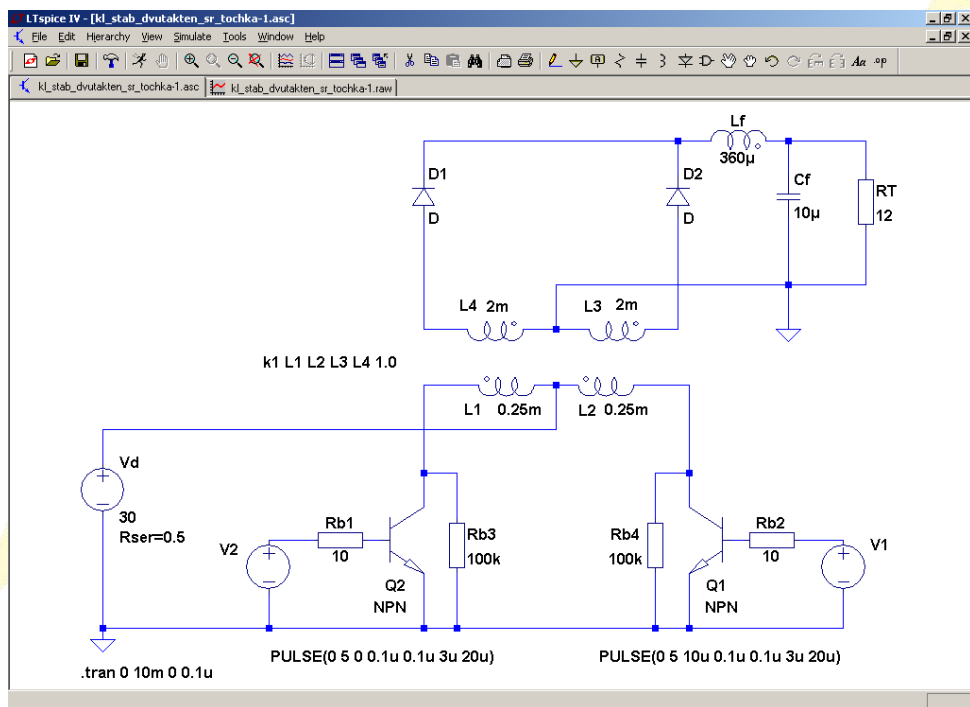
„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд

4) Симулационни изследвания на схеми с галванично разделени входна и изходна верига.



Изследването на стабилизатора на напрежение ще се извърши симулационно със специализиран софтуер SwCADIV. По-долу са представени времедиаграми от проведената симулация.



Европейски съюз

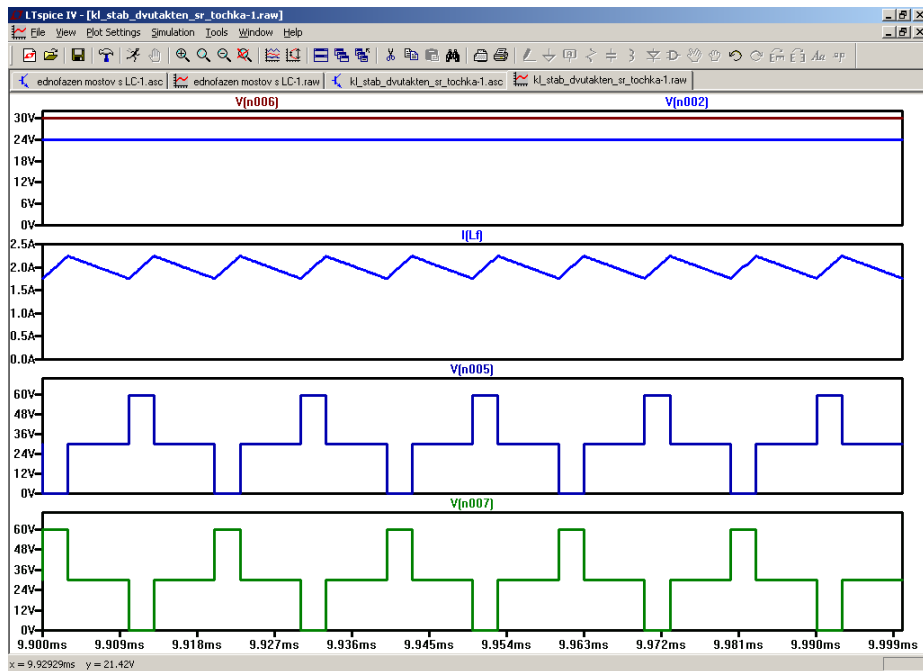
ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд

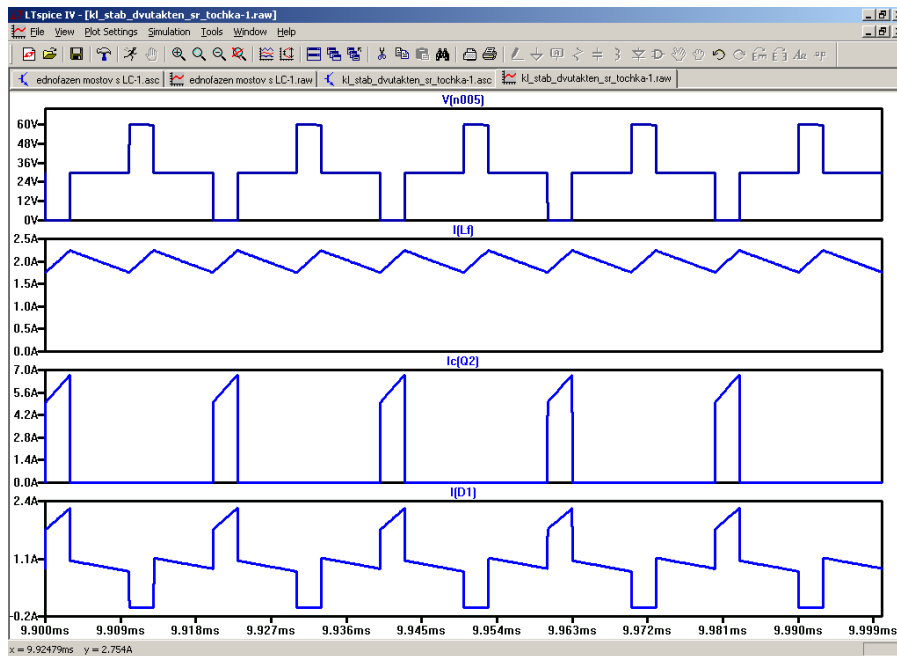


- V(n006)** – Входно напрежение на ключовия стабилизатор;
- V(n002)** – Напрежение върху товара;
- I(L1)** – Ток през дросела L1;
- V(n005)** – Напрежение върху транзистора Q2).
- V(n007)** – Напрежение върху транзистора Q1).



ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042
„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”
 Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
 Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
 съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!





V(n005) – Напрежение върху транзистора Q2).
I(L1) – Ток през дросела L1;
Ic(Q2) – Ток през транзистора Q2;
I(D1) – Ток през диода D1.



Европейски съюз

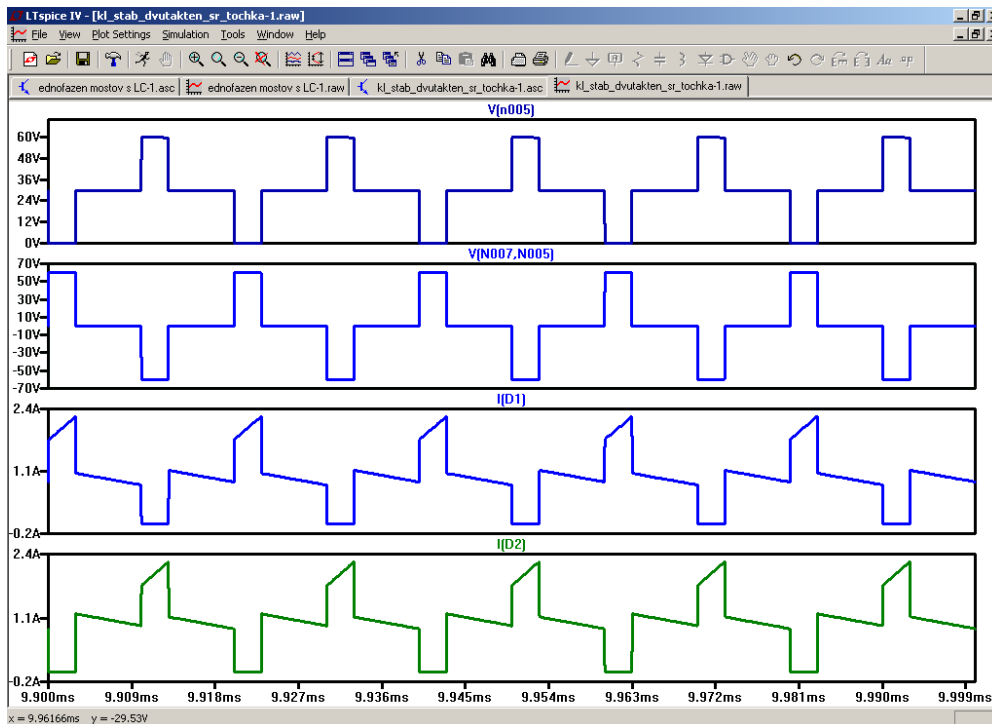
ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд



V(n005) – Напрежение върху транзистора Q2).
 V(n007,n005) – Напрежение върху първичната намотка на трансформатора);
 I(D1) – Ток през диода D1;
 I(D2) – Ток през диода D2.



Европейски съюз

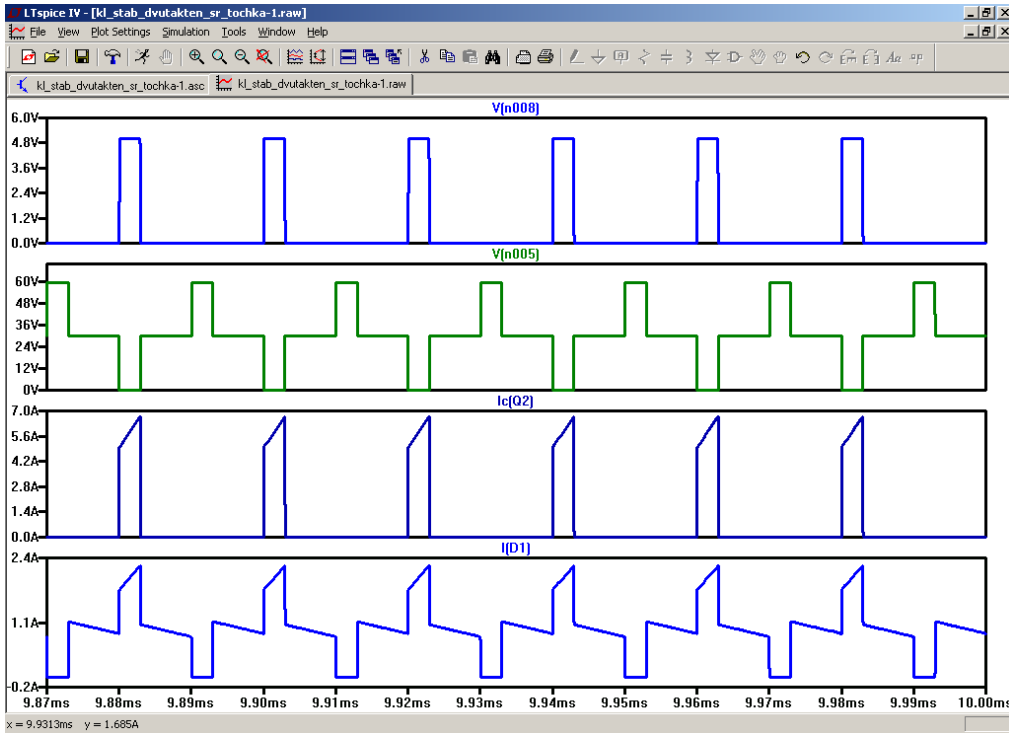
ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд



V(n008) – Управляващи импулси на транзистор Q2;
 V(n005) – Напрежение върху транзистора Q2;
 Ic(Q2) – Ток през транзистора Q2;
 I(D1) – Ток през диода D1.



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд

ОСНОВНА ЛИТЕРАТУРА

1. Стефанов Н., “Токозахранващи устройства”, Техника, С., 2005.
2. Стефанов Н., Т. Атанасов, Атанас Маноилов, “Наръчник по ТЗУ”, Техника, С., 1991.
3. www.onsemi.com “Switch Mode Power Supply” – Reference manual 2002.
4. www.linear.com



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд