

 **Технически университет – София**

Факултет по електронна техника и технологии

Катедра „Силова електроника”

Презентация № 3

**Ключови стабилизатори на постоянно напрежение.
Прав преобразувател.**

**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) **Класификация.**
- 2) **Принцип на действие на ключовите стабилизатор на постоянно напрежение.**
- 3) **Схема на ключов стабилизатор на постоянно напрежение - прав преобразувател (основна схема).**
- 4) **Основни електрически зависимости.**
- 5) **Симулационни изследвания.**



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!



1) Класификация:

А) Според начина на натрупване на енергията и предаването и към изхода:

- прав преобразувател;
- обратен преобразувател;
- комбиниран преобразувател.

Б) Според регулировъчната характеристика:

- понижаващ преобразувател;
- повишаващ преобразувател;
- понижаващ и повишаващ.

В) Според диапазона на регулиране:

- с пълно регулиране;
- с непълно регулиране.

Г) Според наличието на електрическа връзка между входа и изхода:

- с директна връзка;
- с изолиран вход и изход.



Европейски съюз

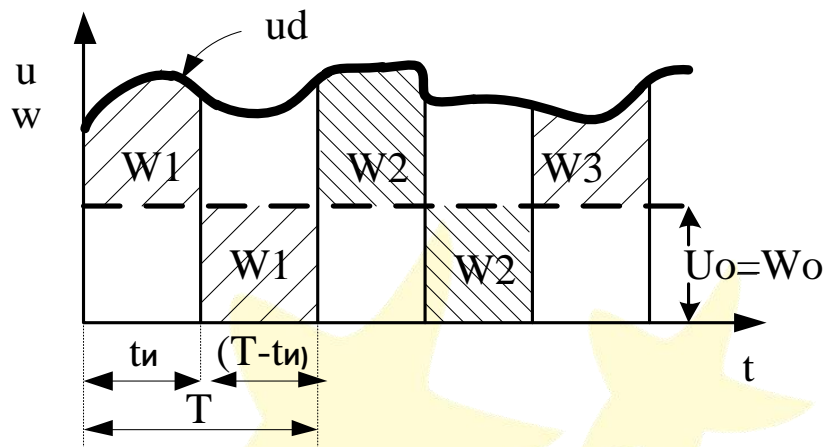
ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

**„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!



2) Принцип на действие на ключовите стабилизатор на постоянно напрежение



За времеия интервал t_i , стабилизаторът консумира енергия от захранващия източник, отдава част от нея в товара, а част съхранява в реактивни елементи (дросел и кондензатор). През времеия интервал $(T - t_i)$, не се консумира енергия от захранващия източник, а съхранената в реактивните елементи енергия се отдава в товара. По този начин, като се регулира коефициентът на запълване $\delta = t_i / T$ се стабилизира изходното напрежение.

При ключовите стабилизатори, регулиращият елемент (транзисторът) работи в ключов режим. Загубите в него са от пада на напрежение върху него при включено състояние и от превключване. Поради това, ключовите стабилизатори са с висок коефициент на полезно действие. При някои стабилизатори, коефициентът на полезно действие $\eta > 97\%$.



Европейски съюз

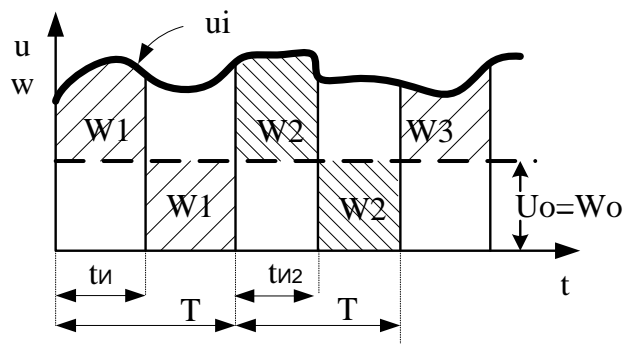
ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

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

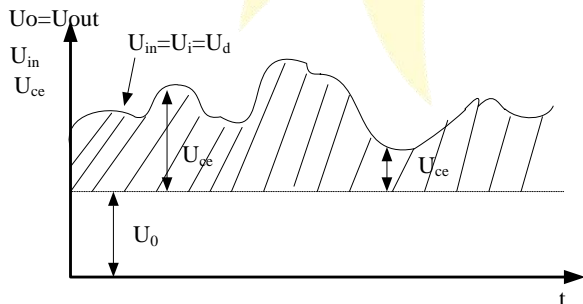
Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд



u_i – Входно напрежение на стабилизатора.
 U_0 – Изходно напрежение на стабилизатора.
 W_1, W_2, W_3 - Енергия натрупана в реактивни елементи при консумирането от захранващия източник и отдавана в товара през времеви интервал, когато не се консумира от захранващия източник.



Сравнение с компенсационните стабилизатори (на фигурата е онагледен принципът на действие)

Полезна енергия отдавана в товара – W_0

$$W_0 = \int_0^t U_0 i_0 dt$$

Енергия консумирана от захранващия източник - W_i

$$W_i = \int_0^t u_i i_i dt$$

Коефициент на полезно действие на стабилизатора - η

$$\eta = \frac{W_0}{W_i}$$



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

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

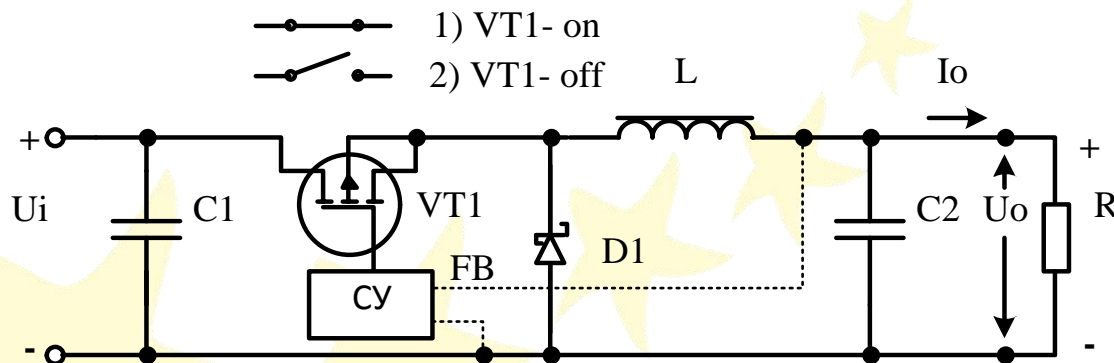
Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд

3) Схема на ключов стабилизатор на постоянно напрежение - преобразувател (основна схема)

прав



VT1 – Транзистор, работещ в ключов режим. Може да се представи като идеален ключ с две състояния:

- наситено състояние (затворен ключ VT1-on);
- запушен транзистор (отворен ключ VT1-off).

CU – Система за управление. Системата за управление определя времето, през което ключът е затворен и периода на превключване на ключа.

FB – Обратна връзка по напрежение.



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

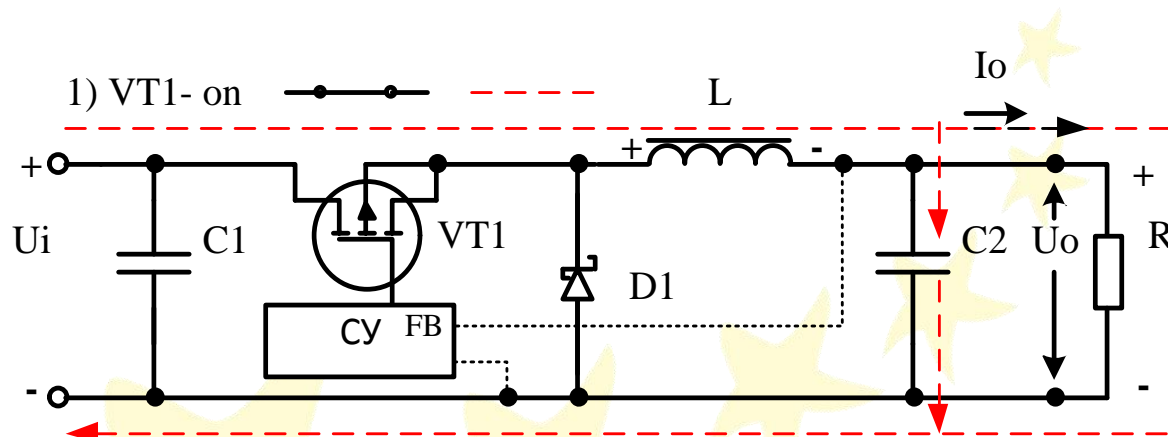
„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

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

Контур на предаване на енергията при затворен ключ (VT1-on)



VT1 – on: При затворен ключ се консумира енергия от захранващият източник, отдава се в товара и се натрупва в реактивните елементи: дросела L и кондензатора $C2$. Затова схемата е прав преобразувател.

U_i – Входно постоянно напрежение.

U_0 – Изходно постоянно напрежение.

I_0 – Товарен ток.



Европейски съюз

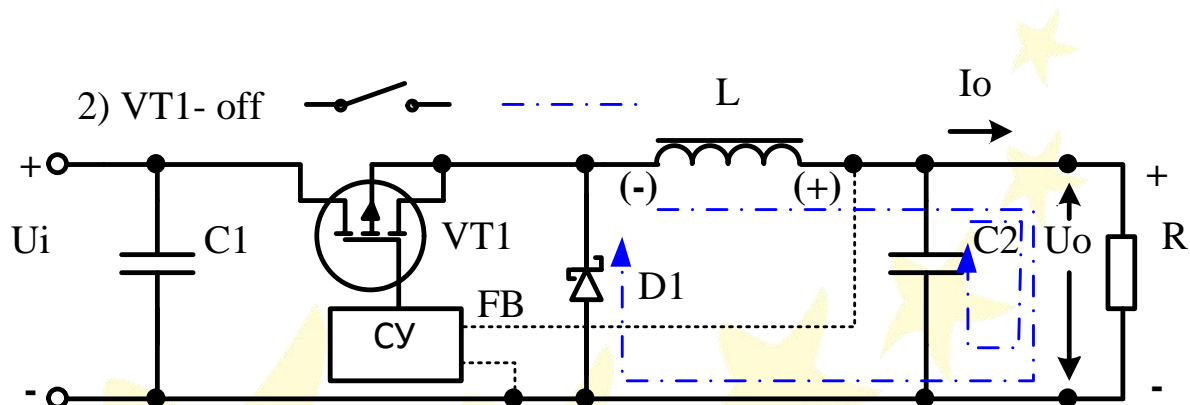
ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„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!



Контур на предаване на енергията при отворен ключ (VT1-off)



VT1 – off: При запушване на транзисторът, тъй като тока през дросела L не може да се промени със скок, се създава противоелектродвижещо напрежение, отбелязано с поляритет със скоби. Диодът D_1 се отпушва и протича ток в контура L - R - D_1 , като в същото време се разрежда и кондензатора C_2 .



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

Времедиаграми, поясняващи принципа на действие на стабилизатора

Времедиаграмите, поясняващи принципа на действие, ще бъдат построени в установен режим и при допускане, че елементите в схемата са идеални :

- Транзисторът се разглежда като идеален ключ с две състояния включено и изключено;
- Падът на напрежение върху транзистора е нула;
- Падът на напрежение върху диода е нула;
- Товарът е активен;
- Импедансът на кондензаторите за променливата съставка е безкрайно малък;
- Дроселът няма активно съпротивление;

Времедиаграмите, поясняващи принципа на действие, ще бъдат построени на обща координатна система.



Европейски съюз

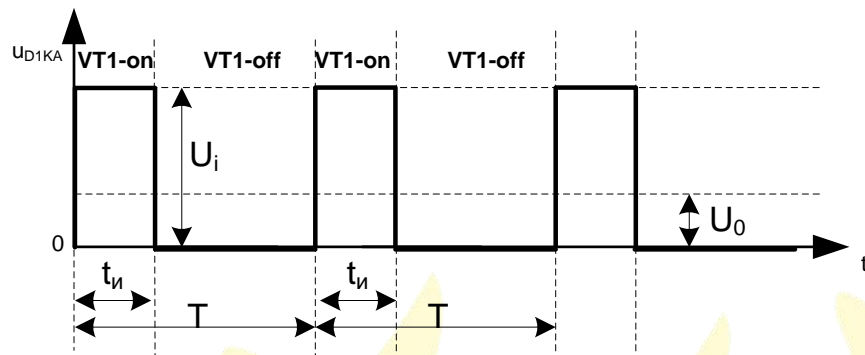
ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„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!

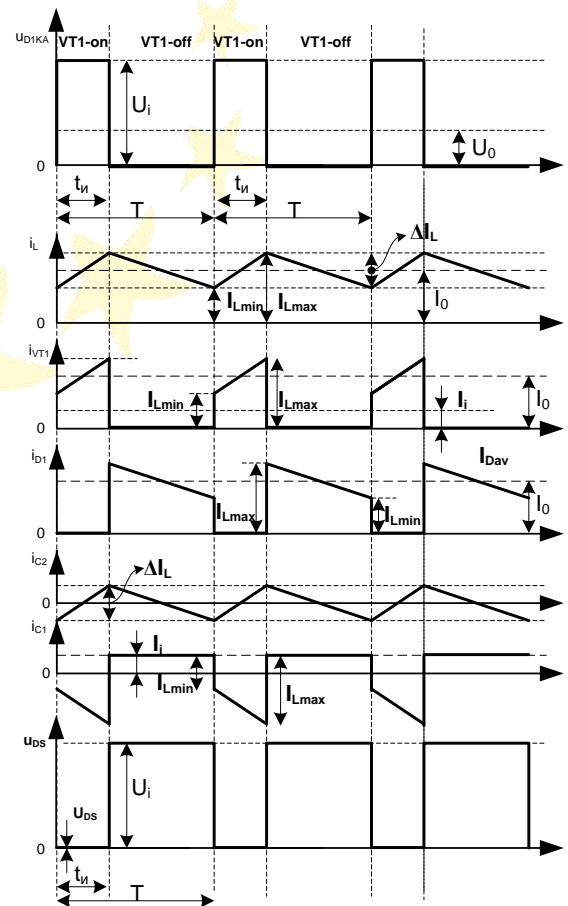


Времедиаграми, поясняващи принципа на действие на стабилизатора



u_{D1KA} – Напрежение между катод-анод на диода VD1.

През времеия интервал $t_{и}$, когато транзисторът провежда, върху диода между катод и анод се прилага входното напрежение U_i . Когато транзисторът е запушен, тогава диода провежда и напрежението върху него е почти нула.



Европейски съюз

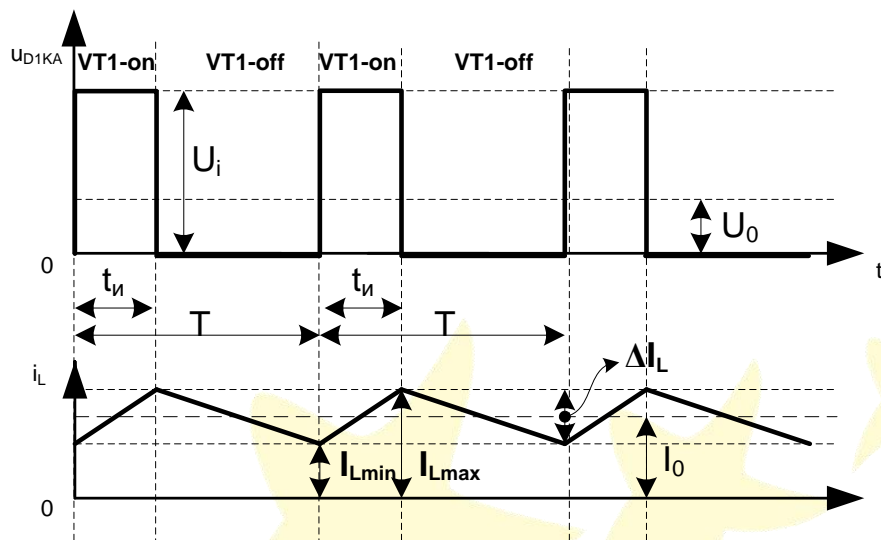
ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„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



i_L – Ток през дросела L.

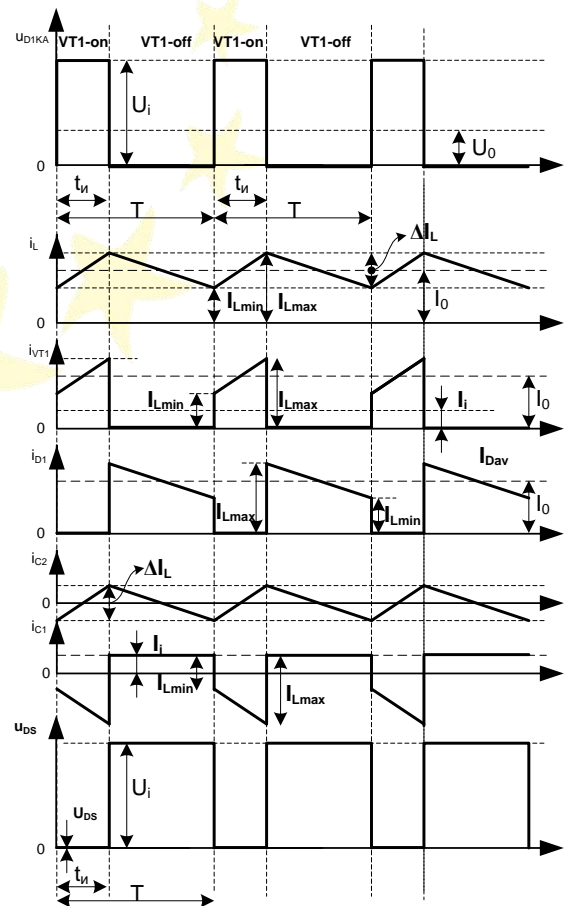
I_0 – Средна стойност на тока през товара.

I_{Lmin} – Минимална стойност на тока през дросела L.

I_{Lmax} – Максимална стойност на тока през дросела L.

ΔI_L – Размах на пулсациите на тока през дросела.

През времевия интервал t_{on} , когато транзисторът провежда, токът през дросела нараства. Когато транзисторът е запушен, токът през дросела намалява.



Европейски съюз

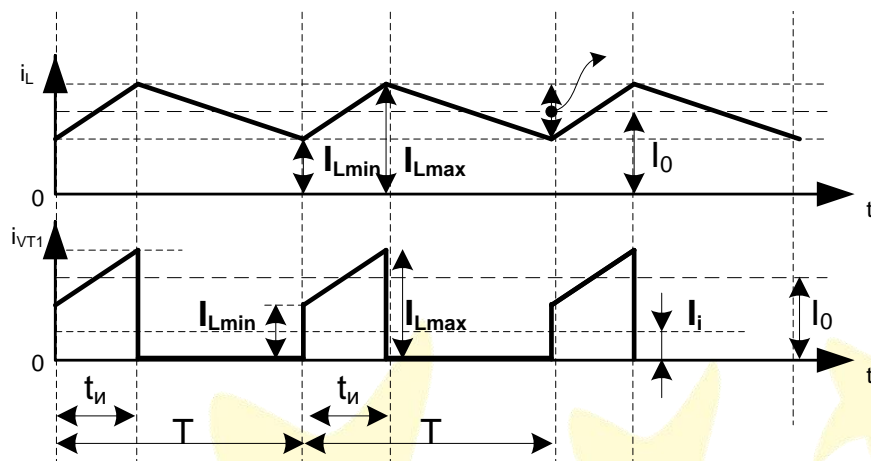
ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„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!

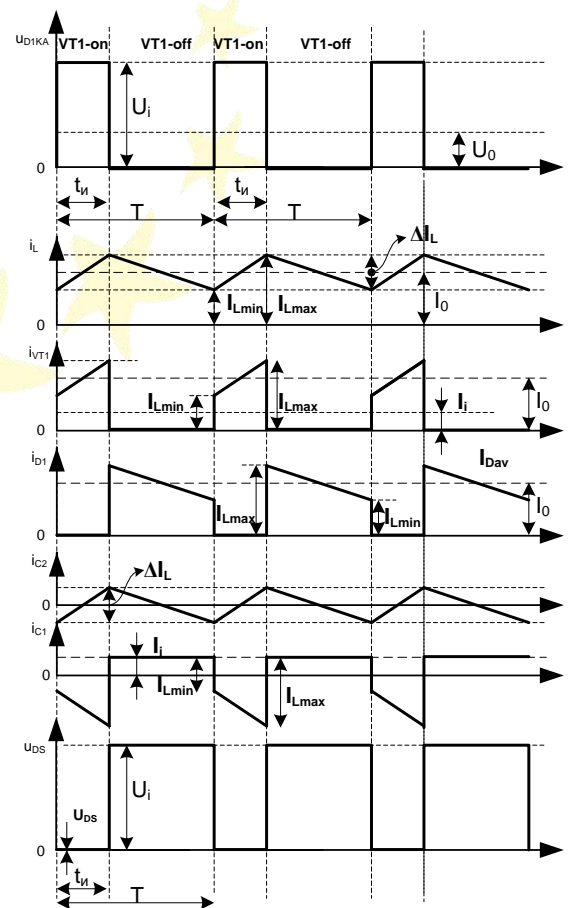


Европейски социален фонд



i_{VT1} – Ток през транзистора VT1.

През времевия интервал t_{on} , когато транзисторът провежда, токът през дросела е токът през транзистора. Когато транзисторът е запущен, токът през него е практически нула.



Европейски съюз

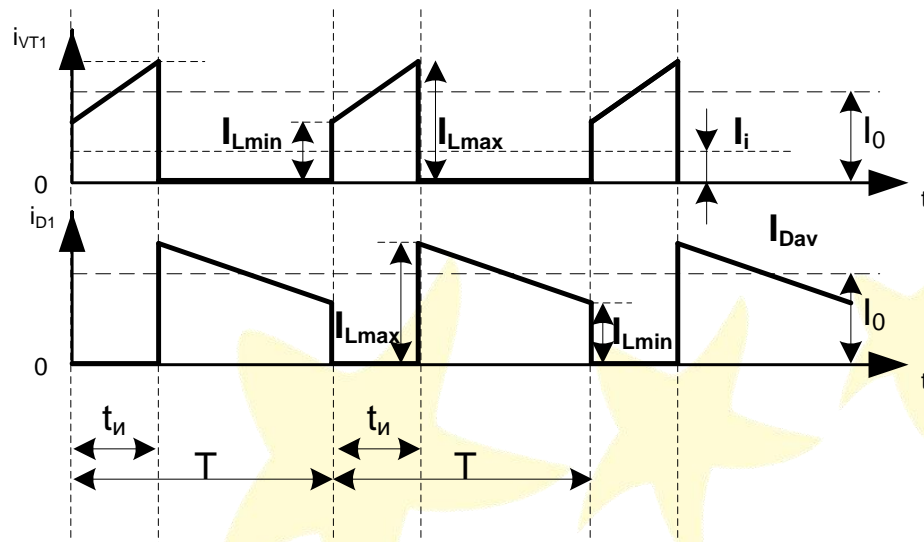
ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„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!

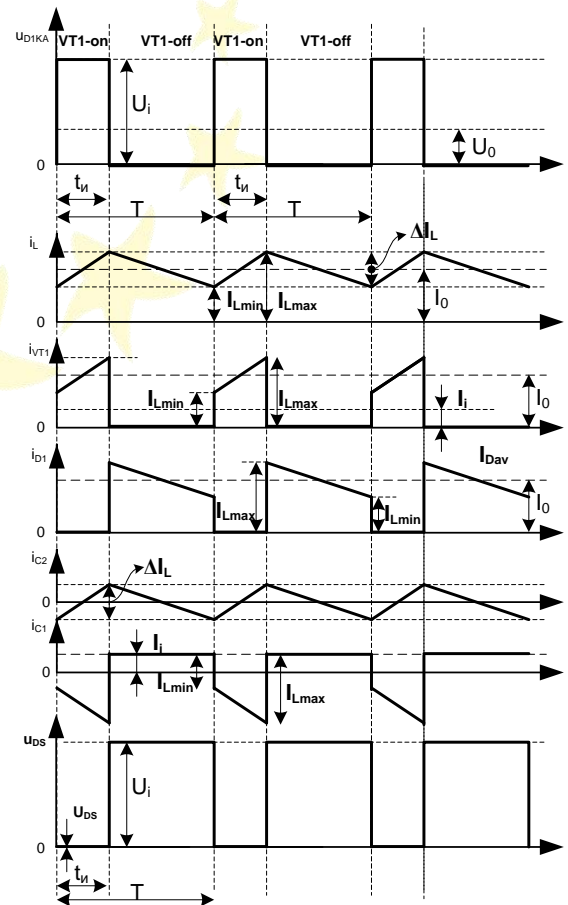


Европейски социален фонд



i_{D1} – Ток през диода D1.

През времевия интервал $t_{и}$, когато транзисторът провежда, диодът е запушен и токът през него е нула. Когато транзисторът е запушен, токът през дросела е токът през диода.



Европейски съюз

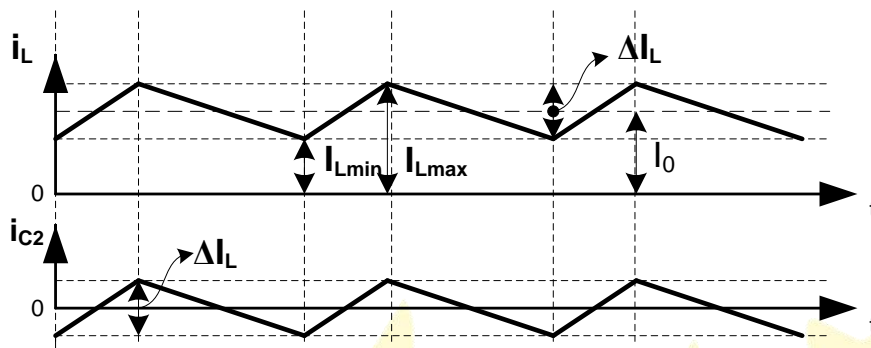
ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

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

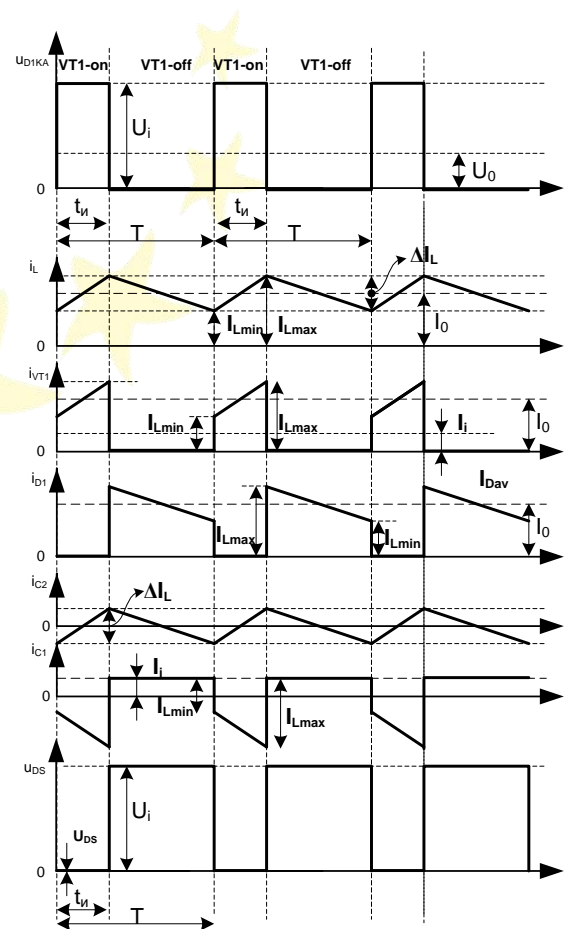
Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд



i_{C2} – Ток през кондензатора C2.
Токът през кондензатора е променливата съставка на тока през дросела.



Европейски съюз

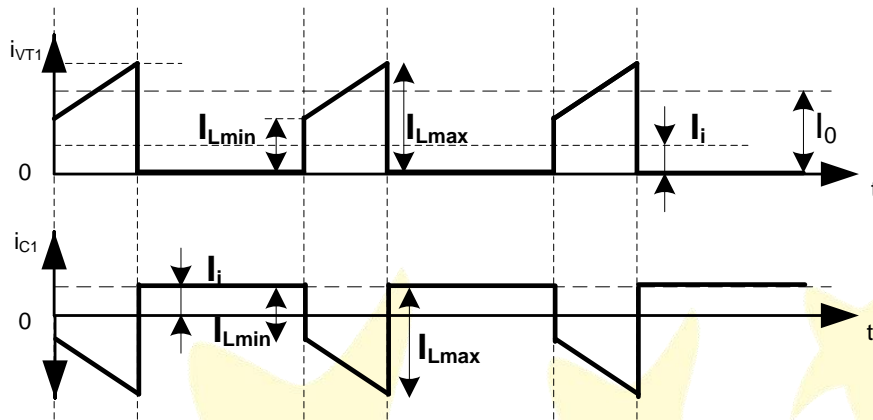
ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„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!



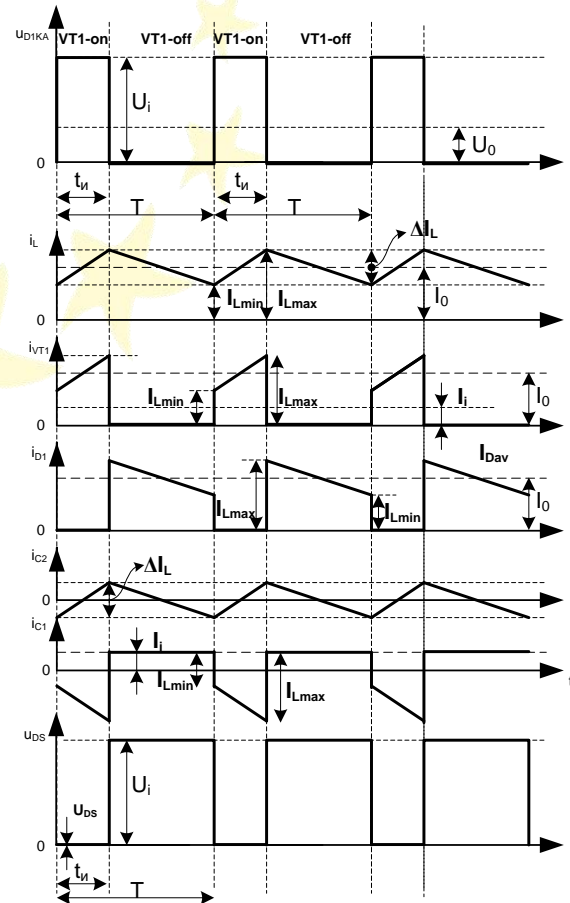
Европейски социален фонд



I_i – Средна стойност на консумирания от захранващия източник ток.

i_{C1} – Ток през кондензатора C1.

Токът през кондензатора C1 графично се получава от тока през транзистора, като се обърне и отмести от абцисната ос на средната стойност на консумирания от захранващия източник ток I_i .



Европейски съюз

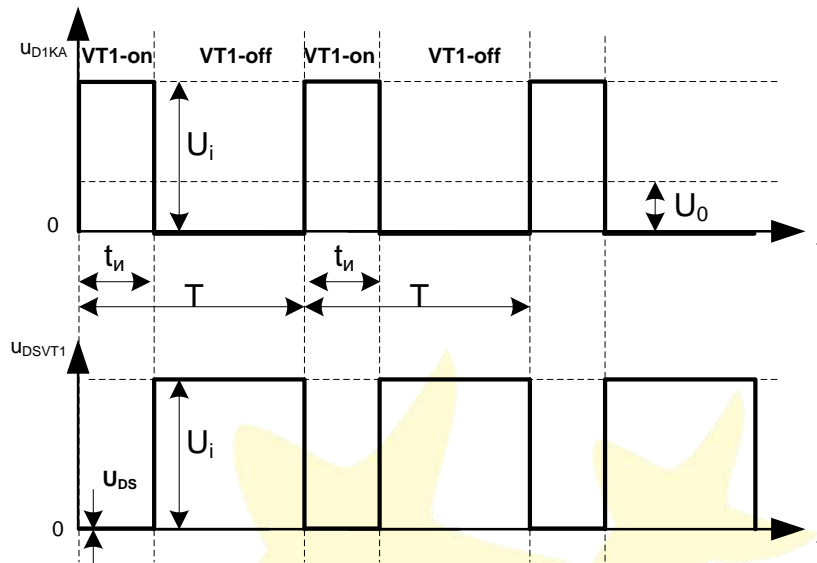
ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

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

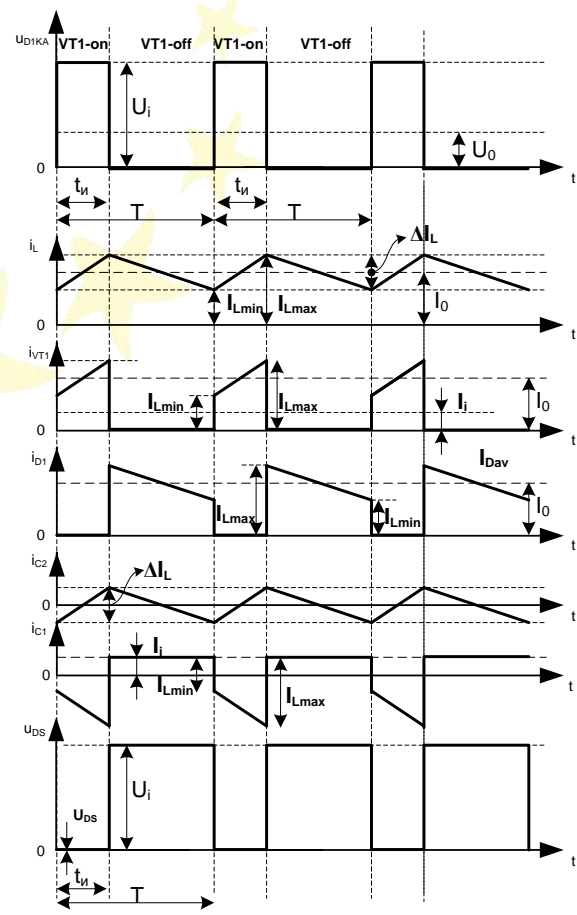
Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд

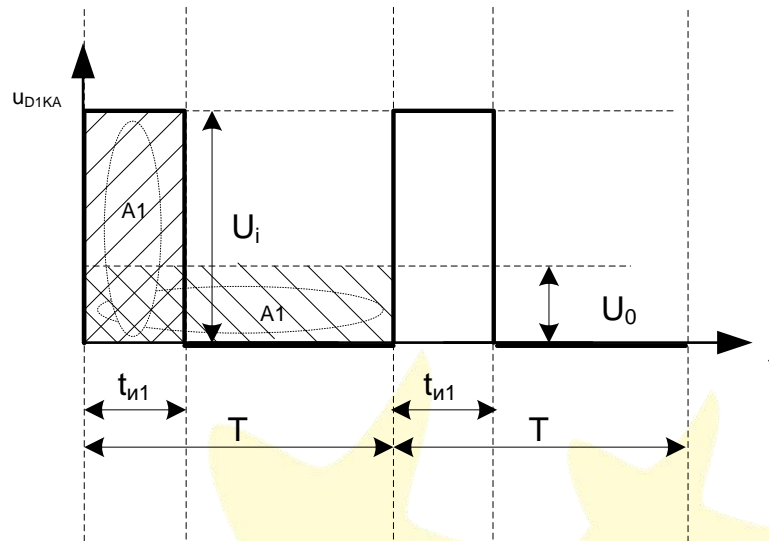


u_{DSVT1} – Напрежение върху транзистора.
 През времевия интервал $t_{и}$, когато транзисторът провежда, напрежението върху него е приблизително нула. Когато транзисторът е запушен, тогава диодът провежда и върху него се прилага входното напрежение U_i .



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!





Входното напрежение U_i се подава към към филтъра съставен от дросела L и кондензатора $C2$ на импулси, за това тези стабилизатори се наричат още импулсни стабилизатори. Площта на импулса подаван към филтъра е $A1=t_{и1} \cdot U_i$. Средната стойност на напрежението върху товара U_0 (средната стойност от тези импулси) се получава, като се има предвид, че трябва да се получи същата площ $A1$ от правоъгълник, имащ за страна периода T .



Европейски съюз

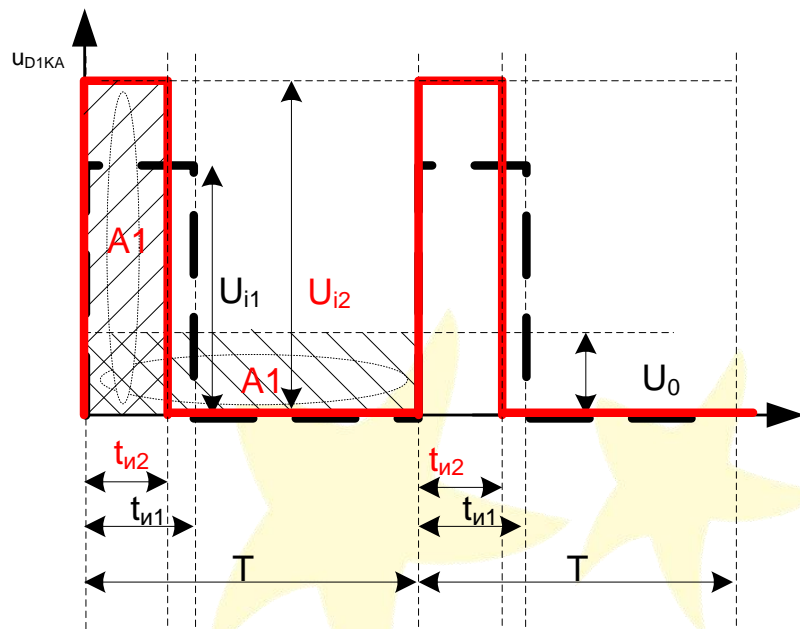
ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„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 да се запази същата площ $A1$, при друго входно напрежение, например по-високо входно напрежение U_{i2} , ще е необходимо да се намали продължителността на импулса и тя ще е t_{i2} . Следователно при по-високо входно напрежение от захранващия източник ще се консумира за по-кратко време, за да се запази същата средна стойност на напрежението в товара U_0 .



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

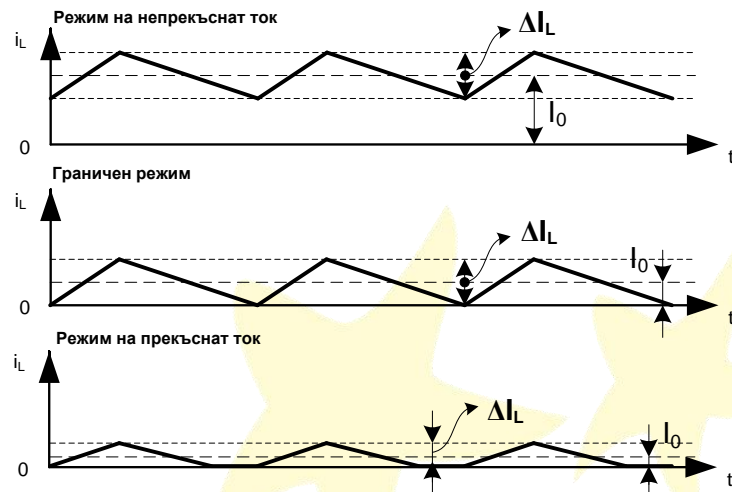
„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

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

Режими на работа на ключовия стабилизатор



Форма на тока през дросела L в три режима:

- Режим на непрекъснат ток
- Граничен режим
- Режим на прекъснат ток

Основните електрически зависимости ще бъдат дадени за режим на непрекъснат 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) Основни електрически зависимости

Изходно напрежение U_0 :

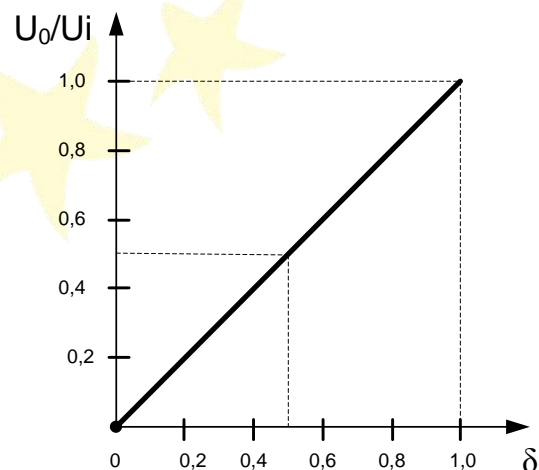
$$U_0 = \frac{1}{T} \int_0^{t_u} U_i dt = \frac{t_u}{T} U_i = \delta U_i$$

$$\delta = \frac{t_{И}}{T} \quad - \text{Коефициент на запълване}$$

Регулировъчна характеристика:

$$\frac{U_0}{U_i} = \frac{t_{И}}{T} = \delta$$

От регулировъчната характеристика се вижда, че правят преобразувател е винаги понижаващ. Изходното напрежение е винаги по-ниско от входното.



Европейски съюз

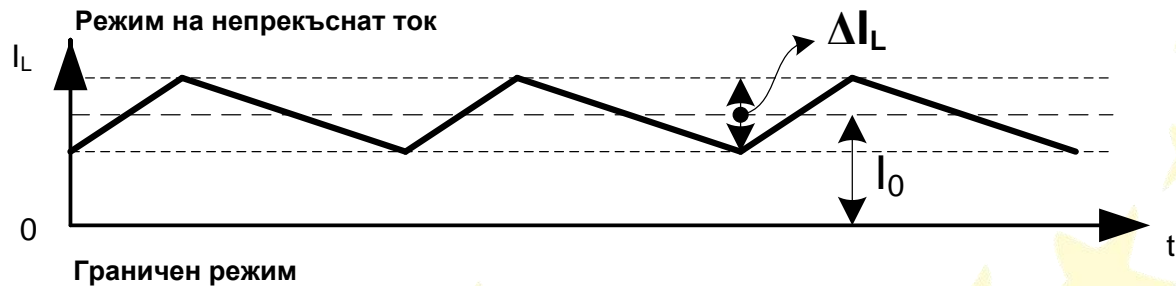
ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„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



Условия за избор на ΔI_L :

- 1) $\Delta I_L \leq 2I_{0\min}$ - условие за осигуряване на режим на непрекъснат ток;
- 2) $\Delta I_L \geq 0,1I_{0\max}$ - условие за технологичност на изделието;
- 3) $\Delta I_L \leq 0,5I_{0\max}$ - условие за технологичност на изделието;



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

Определяне на стойността на индуктивността на дросела L:

$$L \frac{di}{dt} = e_L$$

$$L = \frac{e_L dt}{di}$$

$$L = \frac{U_L \Delta t}{\Delta i}$$

Ако времето Δt се замени с времето, през което транзисторът VT1 е запушен, т.е.

$$\Delta t = t_{off} = T - t_u = T(1 - \delta) = \frac{(1 - \delta)}{f} \quad \text{и в този интервал от време } U_L = U_o$$

За индуктивността на дросела се получава:

$$L = \frac{U_o(1 - \delta)}{\Delta I_L f}, [H]$$

При проектирането е необходимо да се има предвид, че за коефициента δ трябва да се вземе минималният коефициент на запълване.



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

Минималната и максималната стойност на тока през дросела са:

$$I_{L\min} = I_0 - 0,5\Delta I_L \qquad I_{L\max} = I_0 + 0,5\Delta I_L$$

Определяне на токовете и напреженията на транзистора:

Токът през транзистора има следните гранични стойности:

$$I_{(VT1)\max} = I_{L\max} = I_0 + 0,5\Delta I_L \quad \text{- максимален ток през транзистора}$$

$$I_{(VT1)\min} = I_{L\min} = I_0 - 0,5\Delta I_L \quad \text{- минимален ток през транзистора}$$

$$I_{av(VT1)} = I_i = \frac{1}{T} \int_0^{tu} I_0 dt = \sigma I_0 \quad \text{- среден ток през транзистора}$$

$$U_{DS(VT1)\max} = U_i \quad \text{- максимално напрежение върху транзистора}$$



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

Определяне на токовете и напреженията на диода :

При идеални елементи входната и изходната мощност са свързани със следната зависимост:

$$P_i = P_0 \quad U_i I_i = U_0 I_0 \quad I_i = \frac{U_0}{U_i} I_0 = \delta \cdot I_0$$

$$I_{(D1)\max} = I_{L\max} = I_0 + 0,5\Delta I_L \quad \text{- максимален ток през диода D1;}$$

$$I_{(D1)\min} = I_{L\min} = I_0 - 0,5\Delta I_L \quad \text{-минимален ток през диода D1;}$$

$$I_{(D1)av} = I_0 - I_i = I_0 - \delta I_0 = I_0(1 - \delta) \quad \text{-среден ток през диода D1;}$$

$$U_{(D1)\max} = U_i \quad \text{-максимално напрежение върху диода}$$



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!



Токът през кондензаторите C1 и C2 :

$$I_{C1\text{разрмин}} = I_{(VT1)\text{min}} - I_i = I_0(1 - \delta) - 0,5\Delta I_L$$

$$I_{C1\text{разрmax}} = I_{(VT1)\text{max}} - I_i = I_0(1 - \delta) + 0,5\Delta I_L$$

$$I_{C2} = \frac{\Delta I_L}{2}$$

Определяне на капацитета на кондензаторите C1 и C2 :

$$C_1 = \frac{I_i}{4 \cdot f \cdot \Delta u_i}, [F] \quad , \text{ където } \Delta u_i \text{ е размахът на пулсациите на входното напрежение .}$$

$$C_2 = \frac{\Delta I_L}{8 \cdot f \cdot \Delta u_0}, [F] \quad , \text{ където } \Delta u_0 \text{ е размахът на пулсациите на изходното напрежение .}$$



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

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

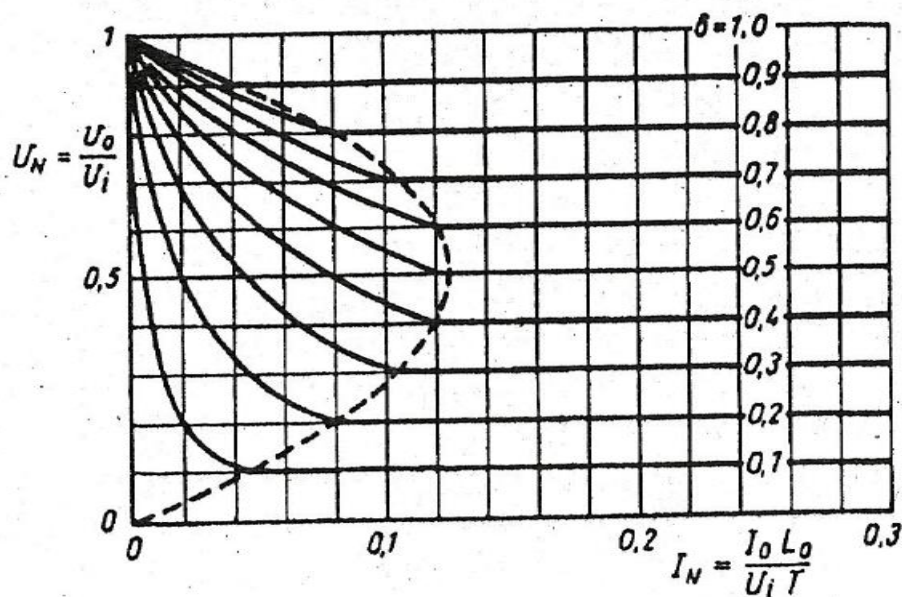
Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд

Товарни характеристики на правия преобразувател при различен коефициент на запълване δ .

Характеристиките в ляво от пунктираната линия са при режим на прекъснат ток, а в дясно от тази линия в режим на непрекъснат ток.



$$I_N = \frac{LI_0}{U_i T} = \frac{(1-\delta)\delta}{2}$$

$$U_N = \frac{U_0}{U_i}$$



Европейски съюз

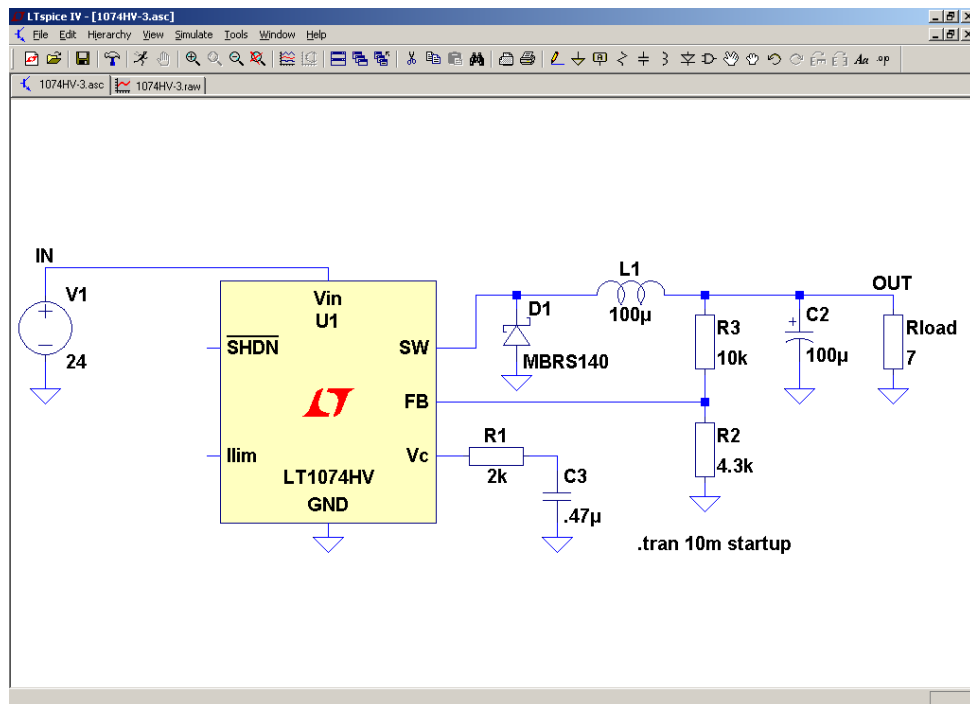
ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„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!



4) Симулационни изследвания на ключов стабилизатор



Изследването на стабилизатора на напрежение да се извърши симулационно със специализиран софтуер LTSpice.



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

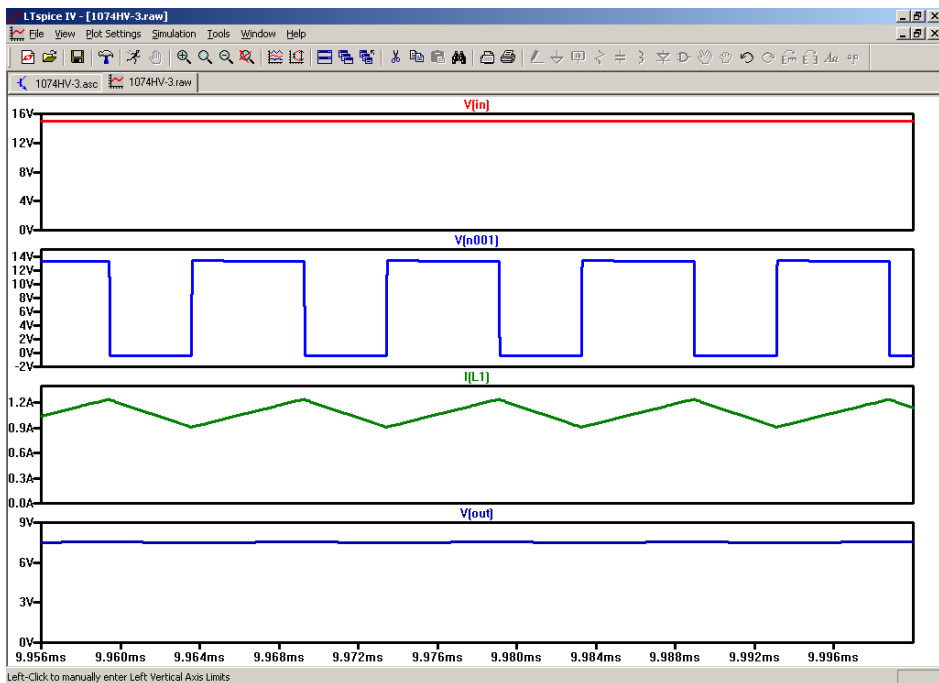
„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

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) Симуляционни изследвания на ключов стабилизатор



V(in) – Входно напрежение на ключовия стабилизатор.

V(n001) – Напрежение върху диода D1 (катод-анод).

I(L1) – Ток през дросела L1.

V(out) – Изходно напрежение на ключовия стабилизатор (напрежение върху товара).

Резултати от симуляционно изследване на стабилизатора със специализиран софтуер LTSpice.



Европейски съюз

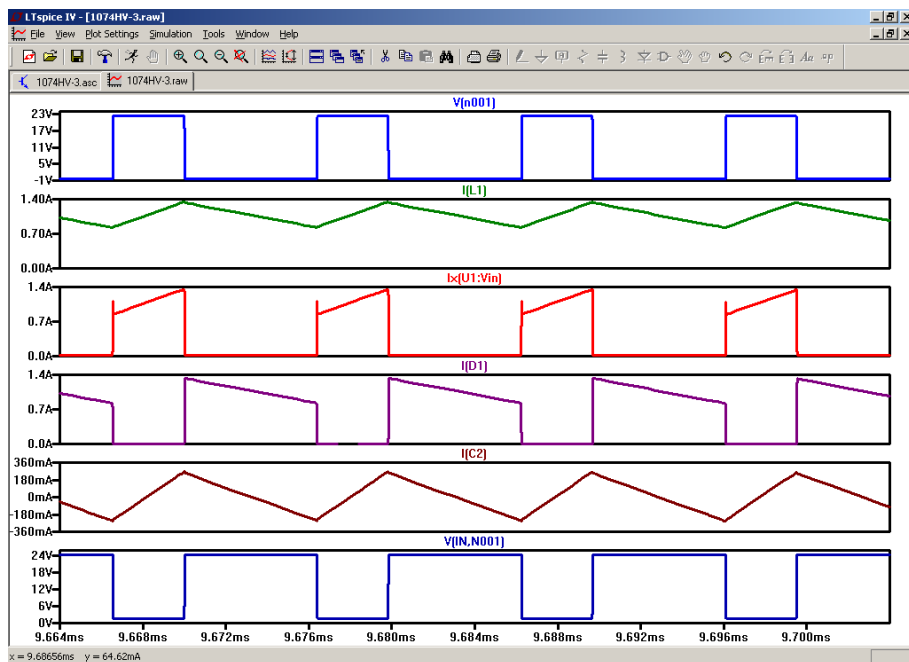
ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„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!



4) Симулационни изследвания на ключов стабилизатор при входно напрежение $U_{вх}=24V$



$V(n001)$ – Напрежение върху диода D1 (катод-анод).

$I(L1)$ – Ток през дросела L1.

$I_x(U1:Vin)$ – Ток през транзистора, вграден в интегралната схема U1.

$I(D1)$ – Ток през диода D1.

$I(C2)$ – Ток през кондензатора C2.

$V(IN,N001)$ – Напрежение на върху транзистора, вграден в интегралната схема U1.

Резултати от симулационно изследване на стабилизатора със специализиран софтуер LTSpice.



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

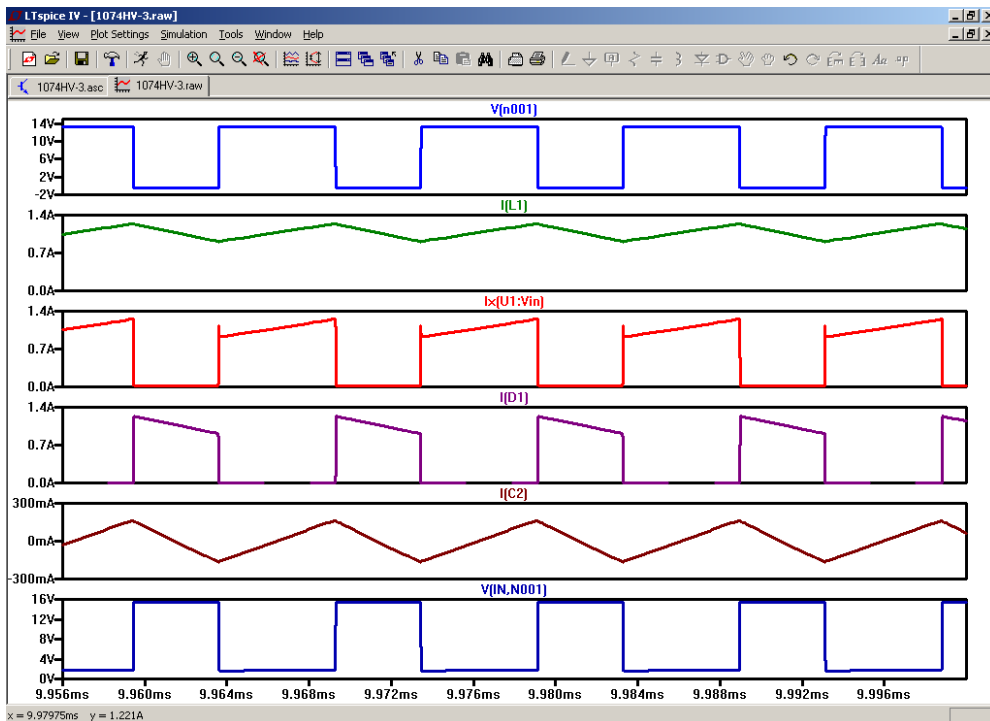
„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

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 ключов стабилизатор при входно напрежение $U_{вх}=15V$



$V(n001)$ – Напрежение върху диода D1 (катод-анод).

$I(L1)$ – Ток през дросела L1.

$I_x(U1:Vin)$ – Ток през транзистора VT1, вграден в интегралната схема U1.

$I(D1)$ – Ток през диода D1.

$I(C2)$ – Ток през кондензатора C2.

$V(IN,N001)$ – Напрежение върху транзистора, вграден в интегралната схема U1.

Резултати от симулационно изследване на стабилизатора със специализиран софтуер LTSpice.



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!



ОСНОВНА ЛИТЕРАТУРА

1. Стефанов Н., “Токозахранващи устройства”, Техника, С., 2005.
2. Стефанов Н., Д. Дечев, “Ръководство за лабораторни упражнения по ТЗУ”, Печатна база ТУ-София, 1994.
3. Стефанов Н., “Ръководство за проектиране на ТЗУ”, Печатна база ТУ-София, 1994.
4. www.onsemi.com “Switch Mode Power Supply” – Reference manual 2002.
5. 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