

Занятие 9. Источники питания

Трансформаторные источники питания

Двухполупериодный выпрямитель с одним выходным Напряжением

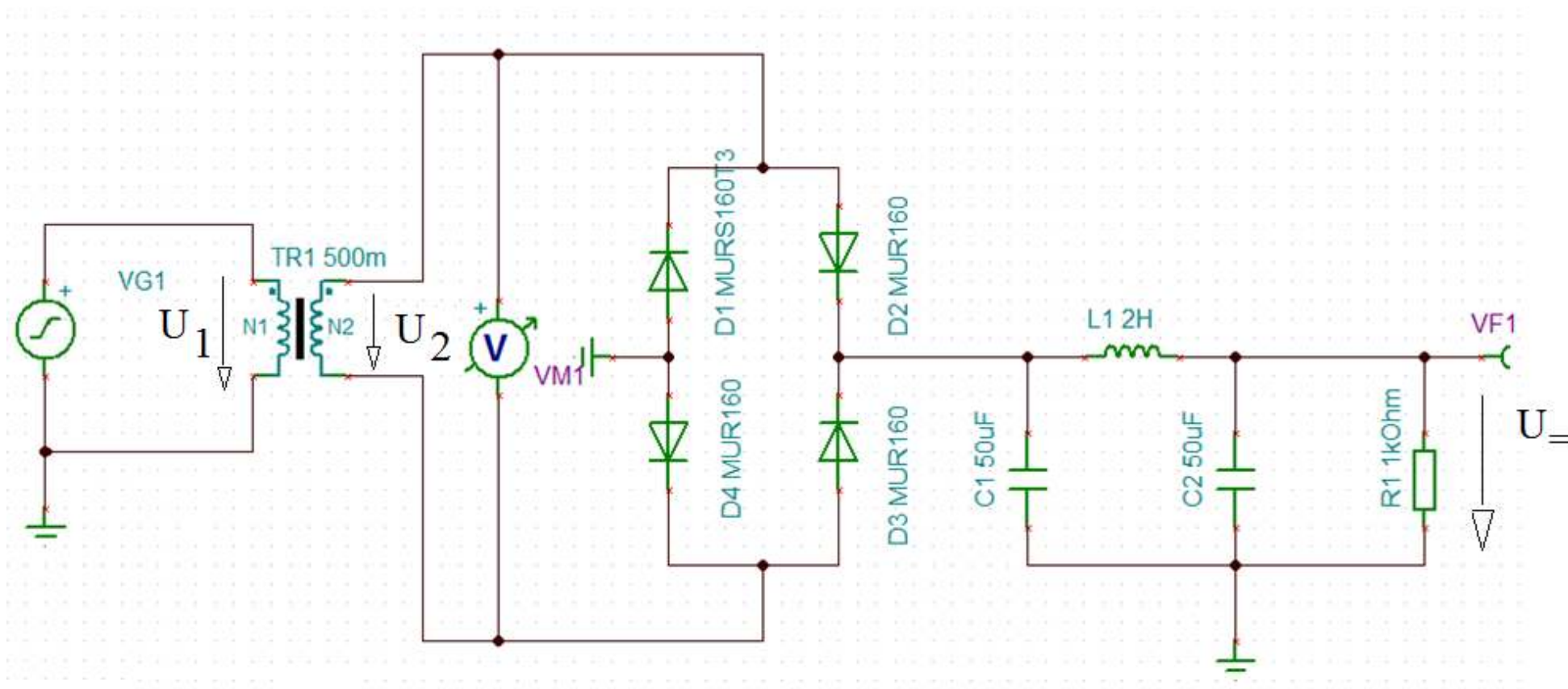
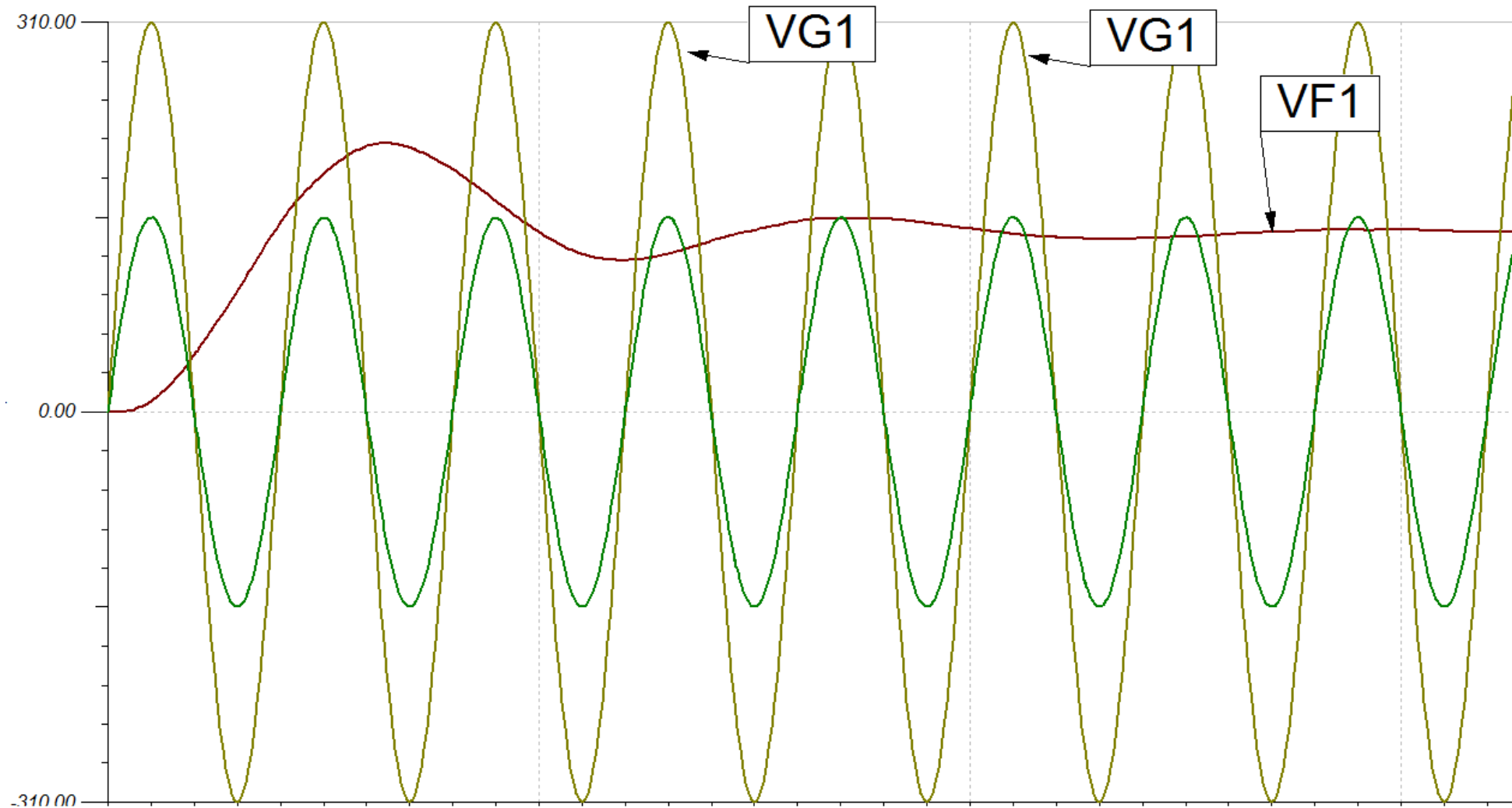


Рис.9.1

$$U_1 = 220 B (U_{1m} = 310 B), U_{2m} = 154 B, U_{\Sigma} = 144 B$$



Двухполупериодный выпрямитель с двумя выходными напряжениями

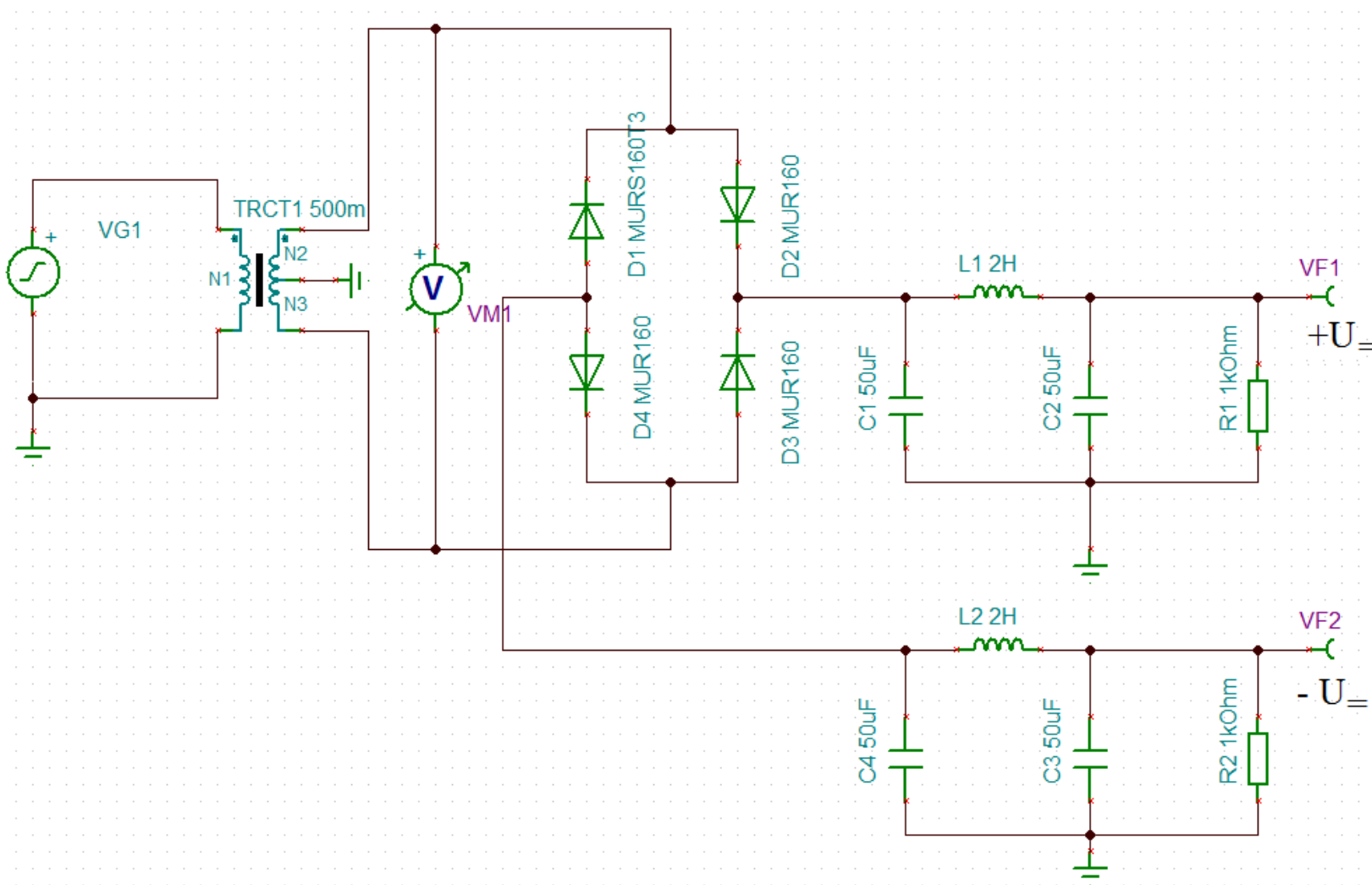
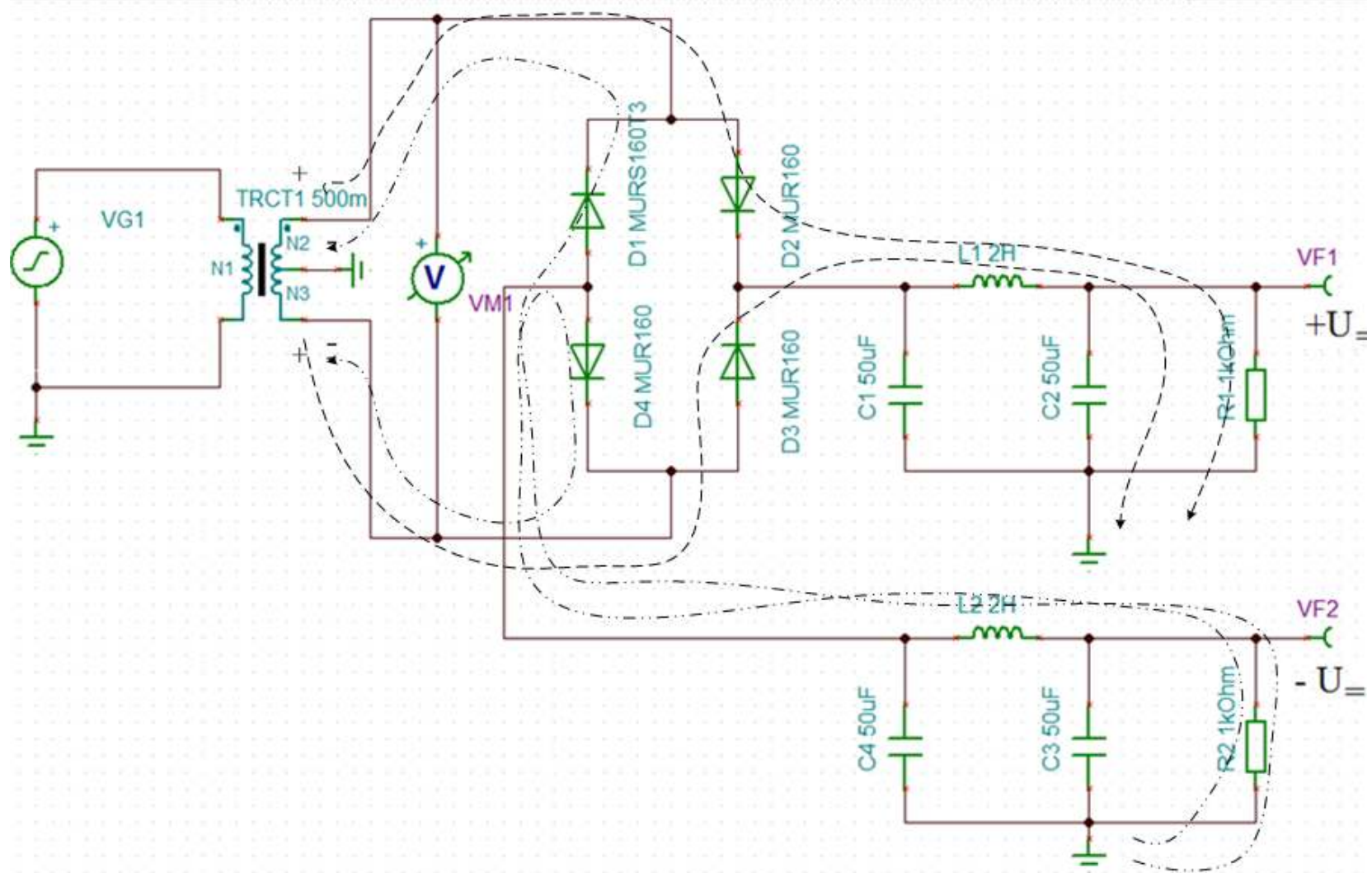
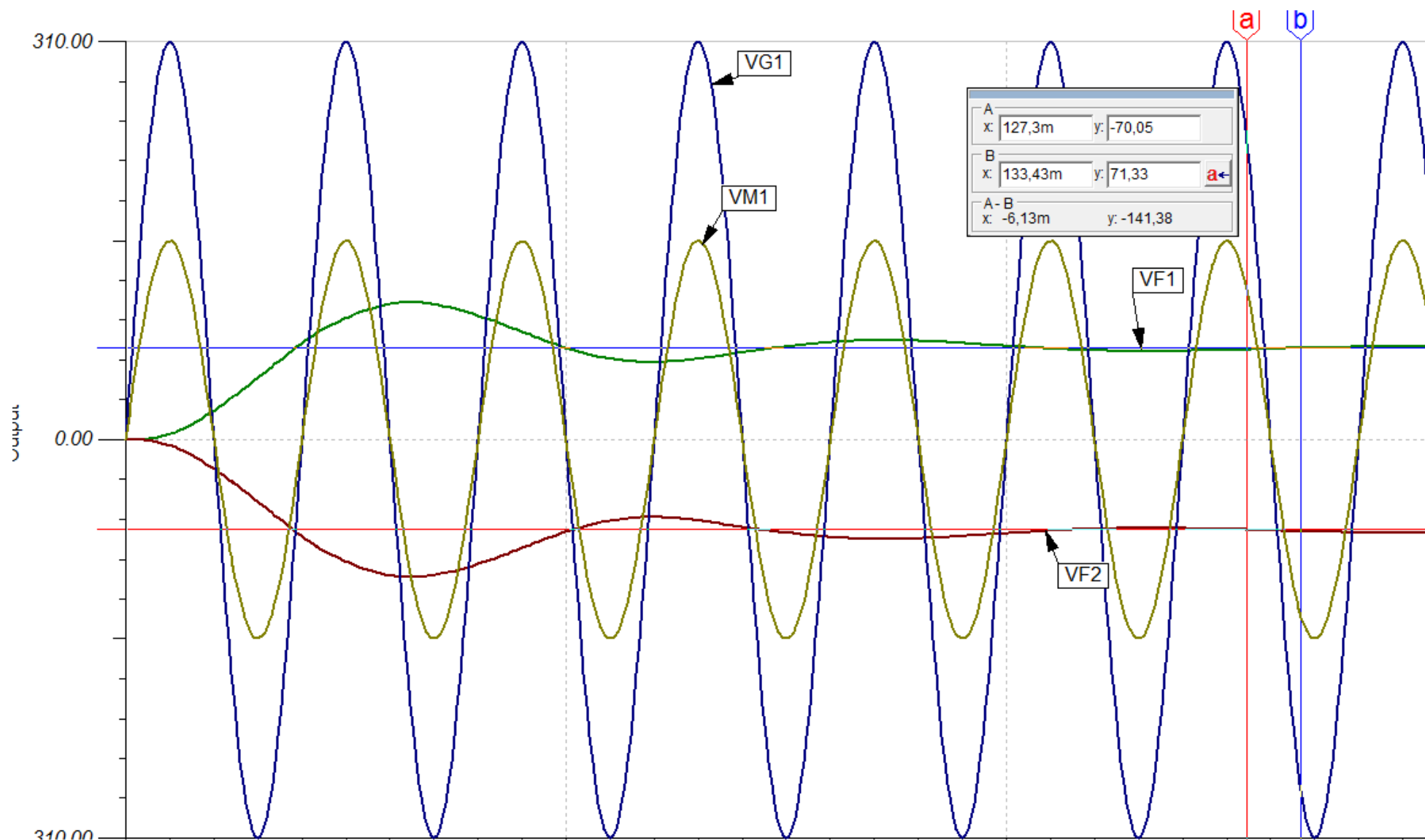


Рис.9.2

Токи в двухполярном выпрямителе





Выпрямленные напряжения уменьшились в два раза

Умножение напряжения

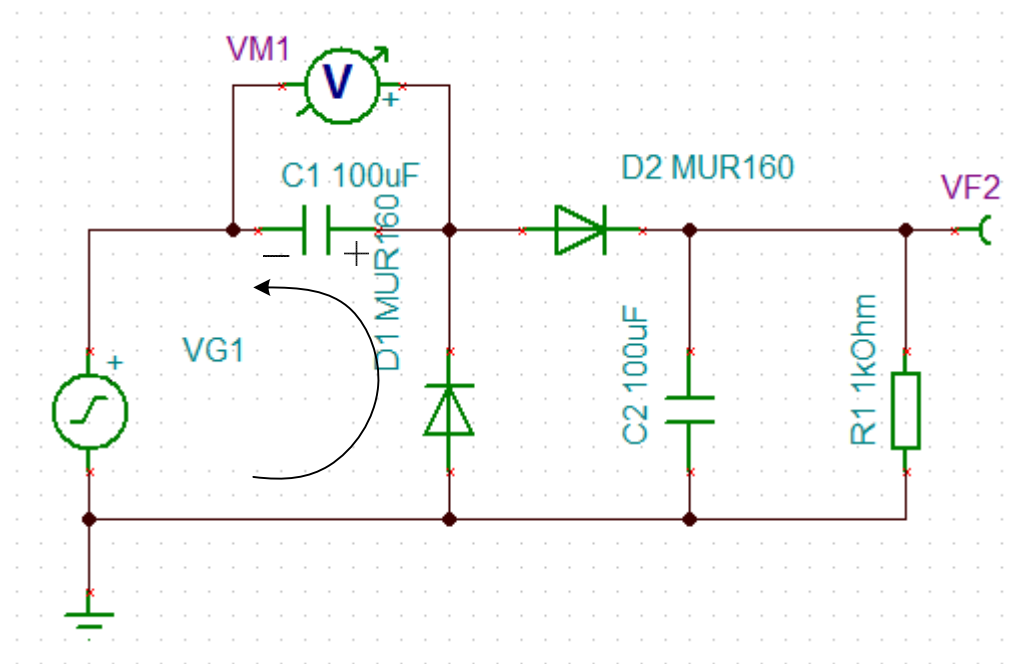
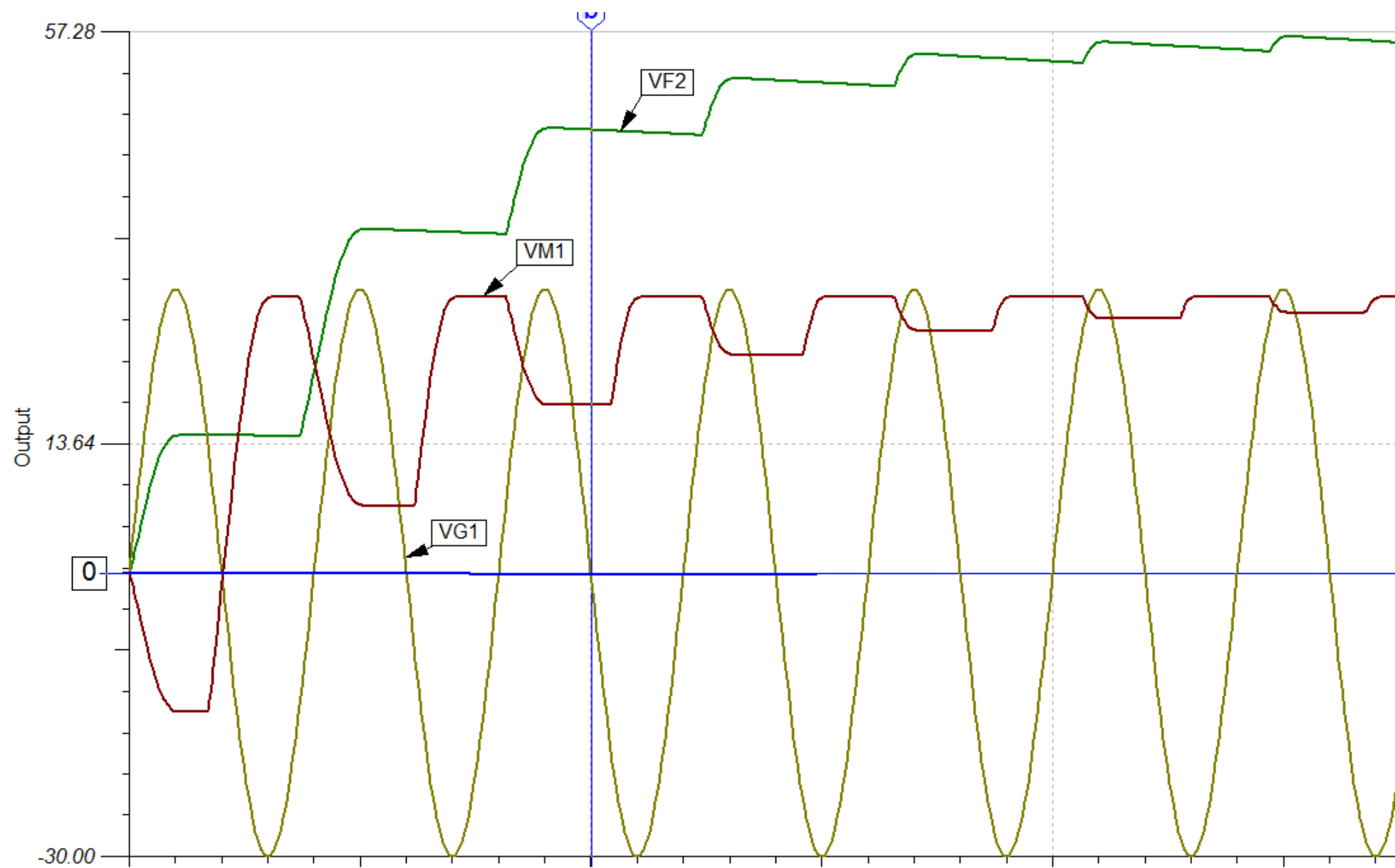


Рис.9.3

Отрицательная полуволна заряжает конденсатор C1. Положительная полуволна суммируется в входным напряжением. Выходное напряжение удваивается.



Стабилизаторы напряжения

Параметрический стабилизатор на стабилитроне

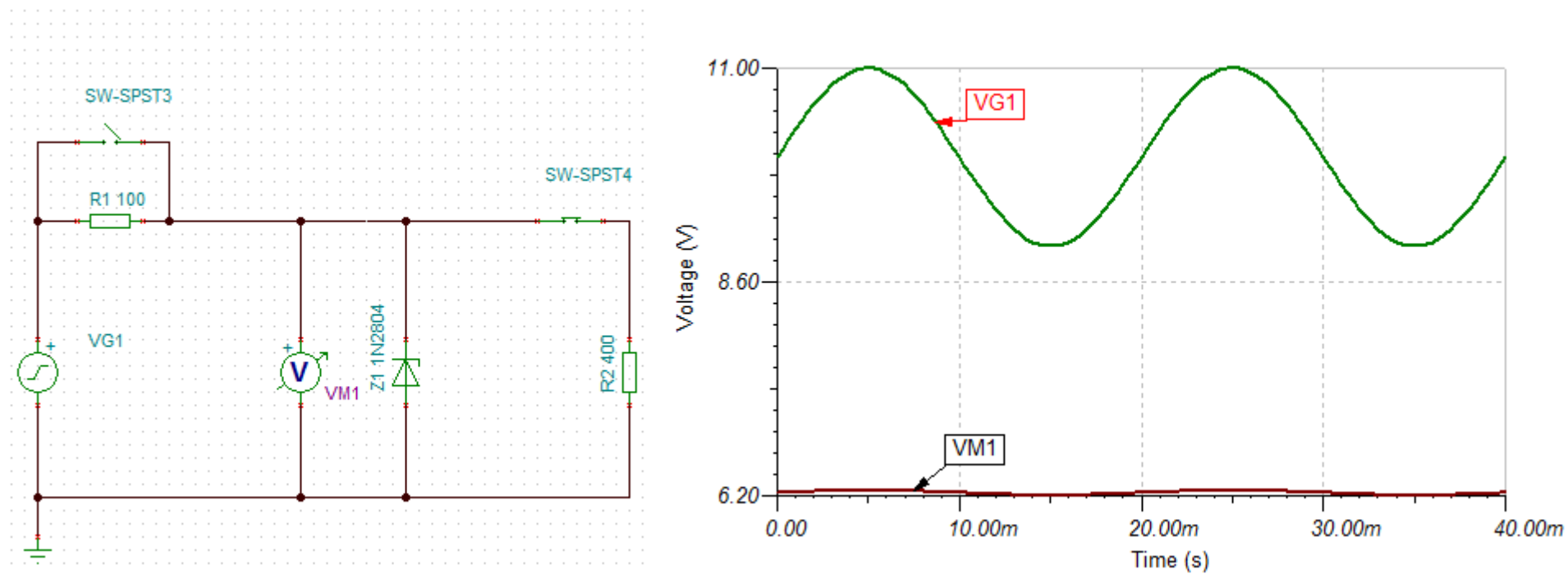
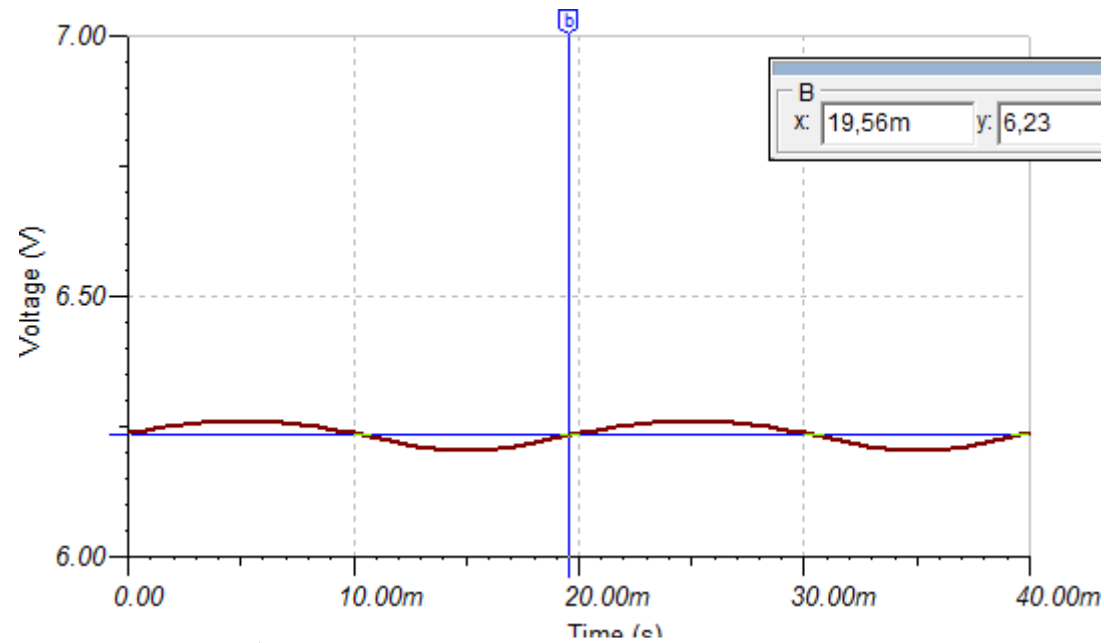


Рис.9.4



$$K_{cm} = \frac{\Delta U_H / U_{HO}}{\Delta U_{BX} / U_{BXO}} = \frac{0,04 / 6,23}{1 / 10} = \frac{0,0064}{0,1} = 0.064$$

Параметрический стабилизатор с эмиттерным повторителем

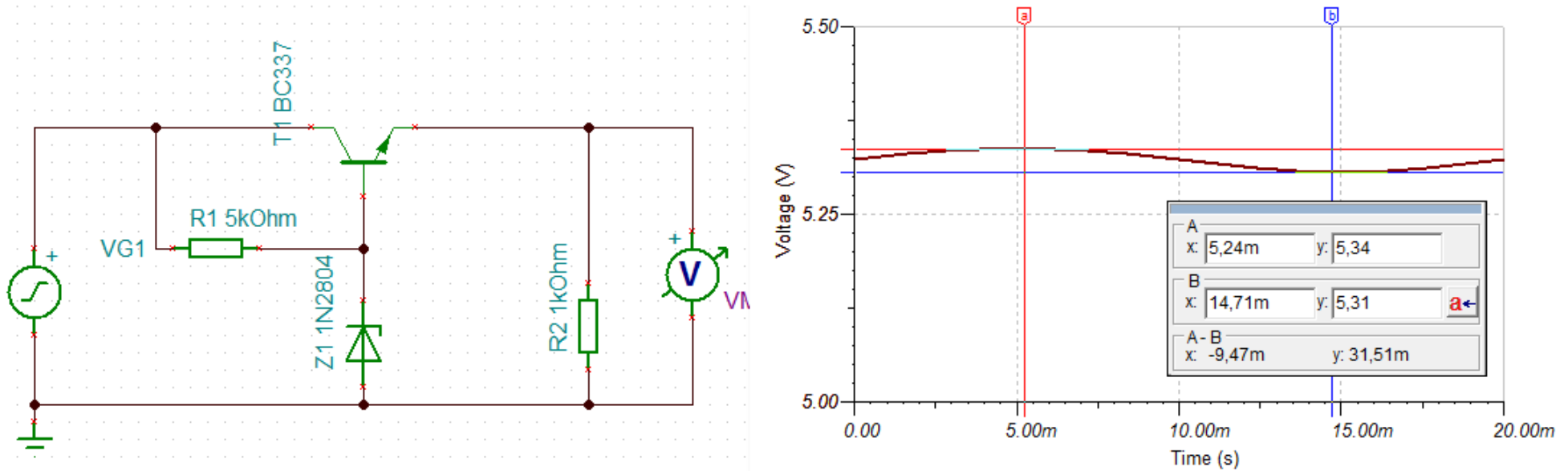


Рис.9.5

$$U_{ВЫХ} = U_{СТАБ} - U_{БЭ} = 5,325 В$$

$$K_{ст} = \frac{\frac{\Delta U_H}{U_{НО}}}{\frac{\Delta U_{ВХ}}{U_{ВХО}}} = \frac{\frac{0,03}{5,325}}{\frac{1}{10}} = \frac{0,0056}{0,1} = 0.056$$

Получим более мощный выход

Компенсационный стабилизатор

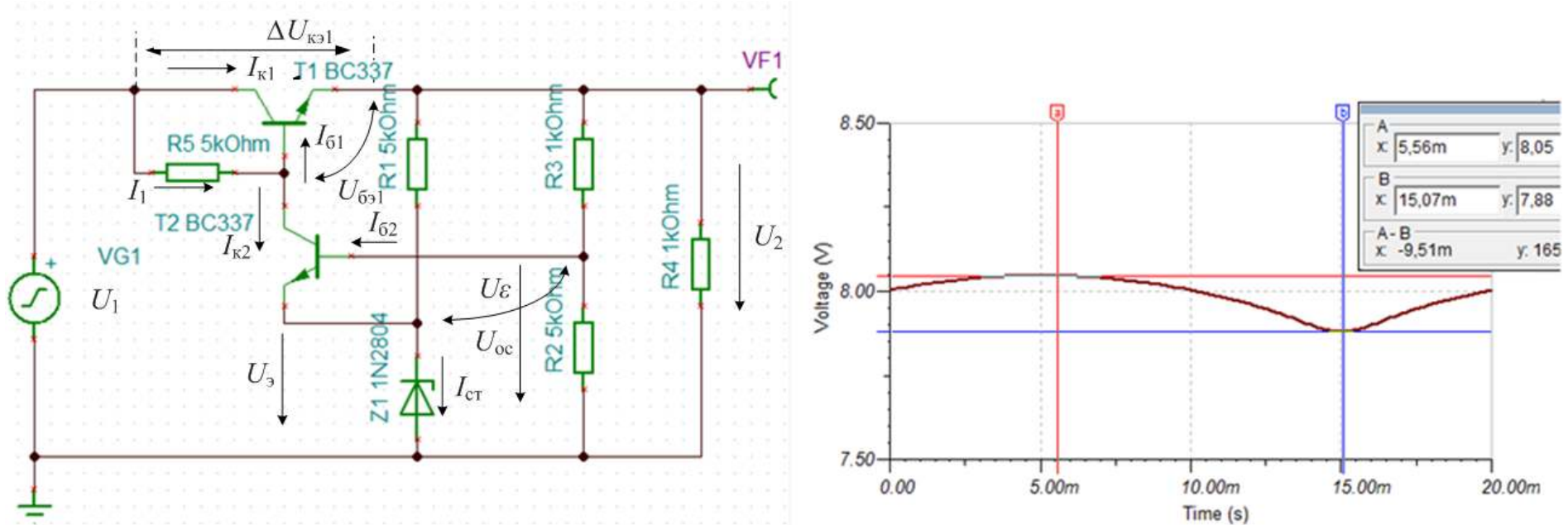


Рис.9.6

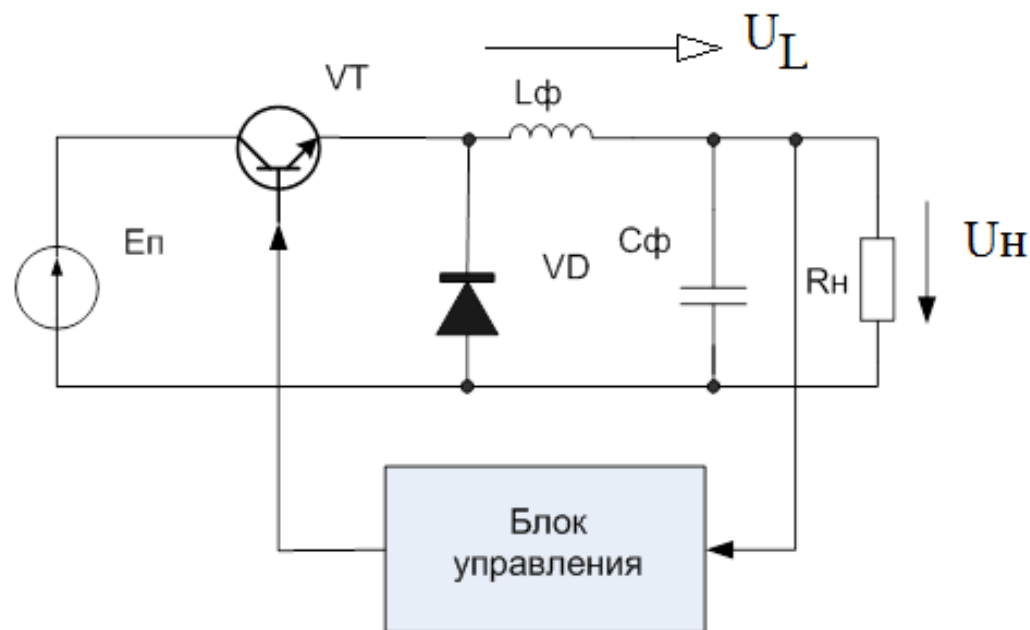
При возрастании U_1 вначале возрастает U_2 и напряжение U_{oc} .

Напряжение $U_{эм} = const$. Напряжение ошибки U_ε увеличивается, $U_{бэ2}$ возрастает. Транзистор $T2$ приоткрывается, ток $I_{к2}$ увеличивается.

По первому закону Кирхгофа $I_{\epsilon 1} = I_1 - I_{\kappa 2}$ уменьшается и транзистор Т1 приоткрывается. Падение напряжения $\Delta U_{\kappa \epsilon 1}$ увеличивается и напряжение U_2 уменьшается.

Импульсные преобразователи напряжения DC-DC

Понижающий преобразователь DC-DC



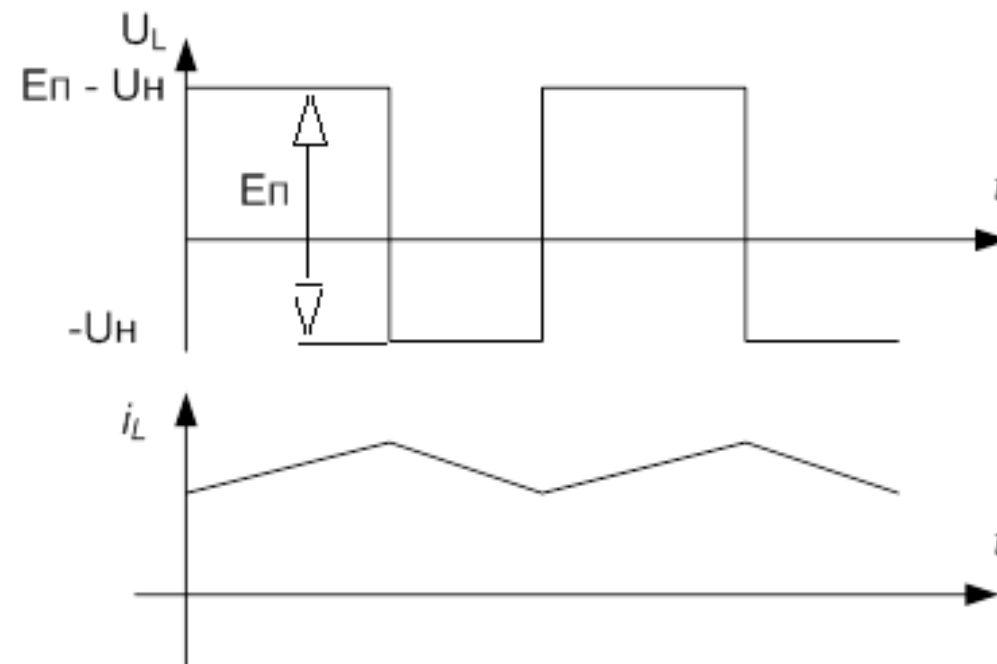
Если VT открыт, ток в индуктивности линейно нарастает, проходит через нагрузку и заряжает конденсатор.

$$E_n = U_L + U_n + (U_{кэ}).$$

$$U_L = E_n - U_n > 0, u_L = L \frac{di}{dt}. \text{ Ток в индуктивности нарастает.}$$

Если VT закрыт, ток индуктивности продолжается, убывает, проходит через нагрузку и диод VD. Блок управления регулирует соотношение открытого и закрытого состояния.

$U_L + U_n = 0, U_L = -U_n = -U_{сф} < 0.$ Ток в индуктивности убывает.



Модель понижающего DC-DC преобразователя

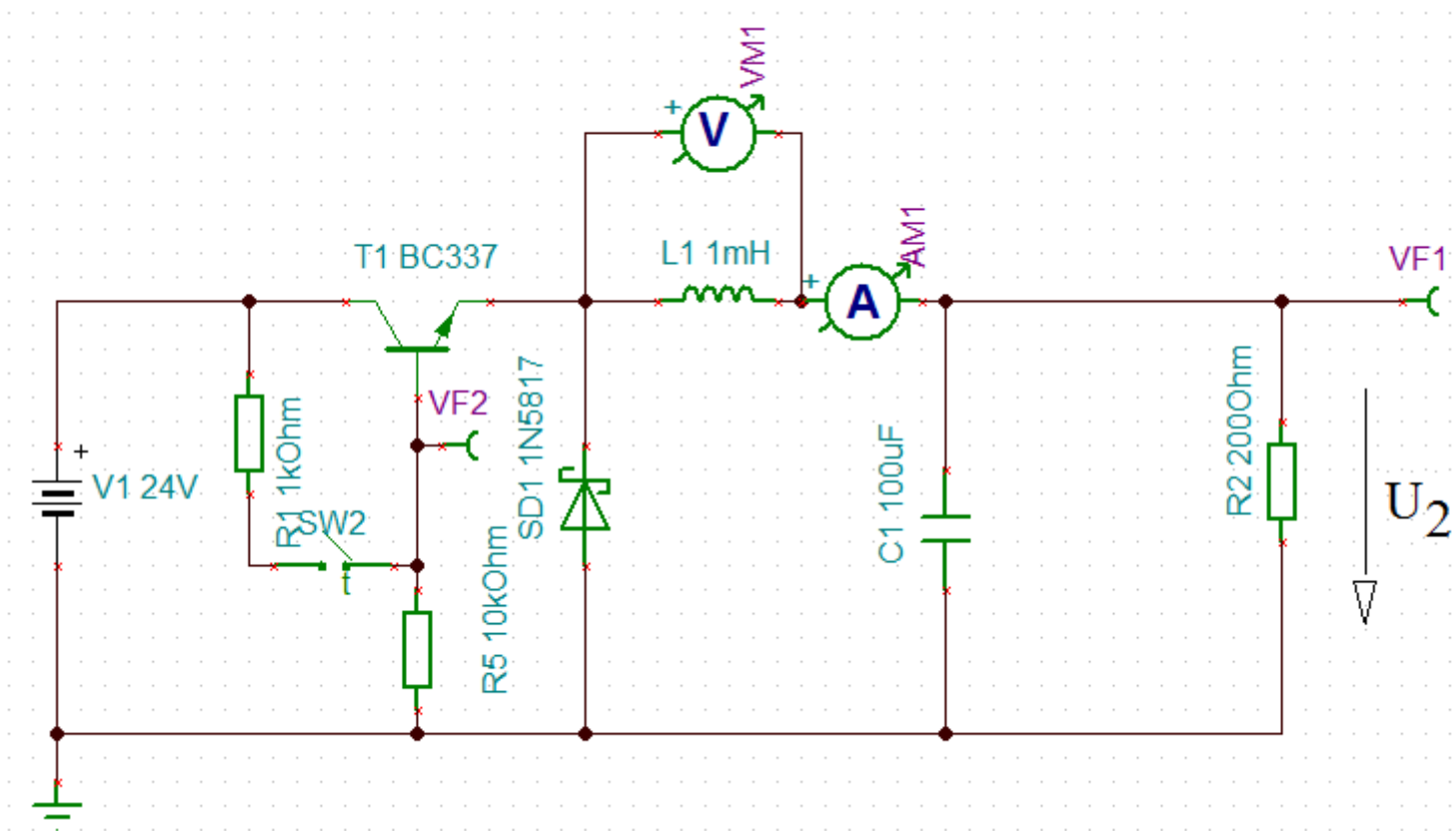


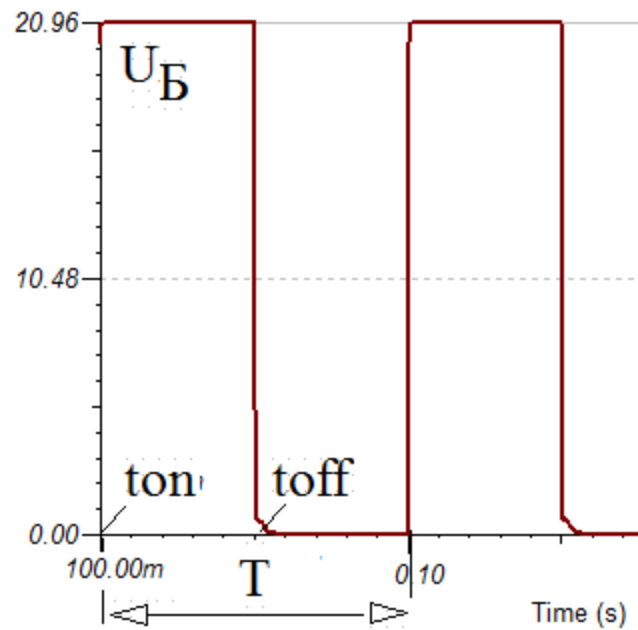
Рис.9.7

Установка управляемого ключа

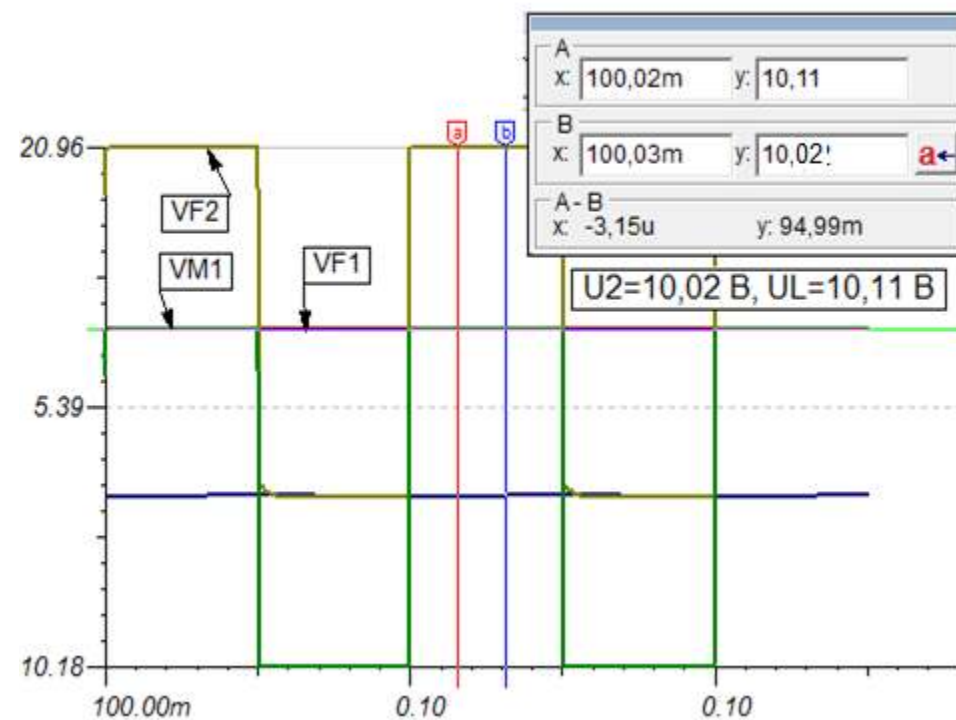
SW2 - Time-Ctld. Switch

Label	SW2	
Parameters	(Parameters)	
Hotkey		
DC state	OFF	
t On [s]	0	<input type="checkbox"/>
t Off [s]	10u	<input type="checkbox"/>
Periodic	YES	
Period [s]	20u	<input type="checkbox"/>
Roff [Ohm]	1G	<input type="checkbox"/>
Ron [Ohm]	0	<input type="checkbox"/>

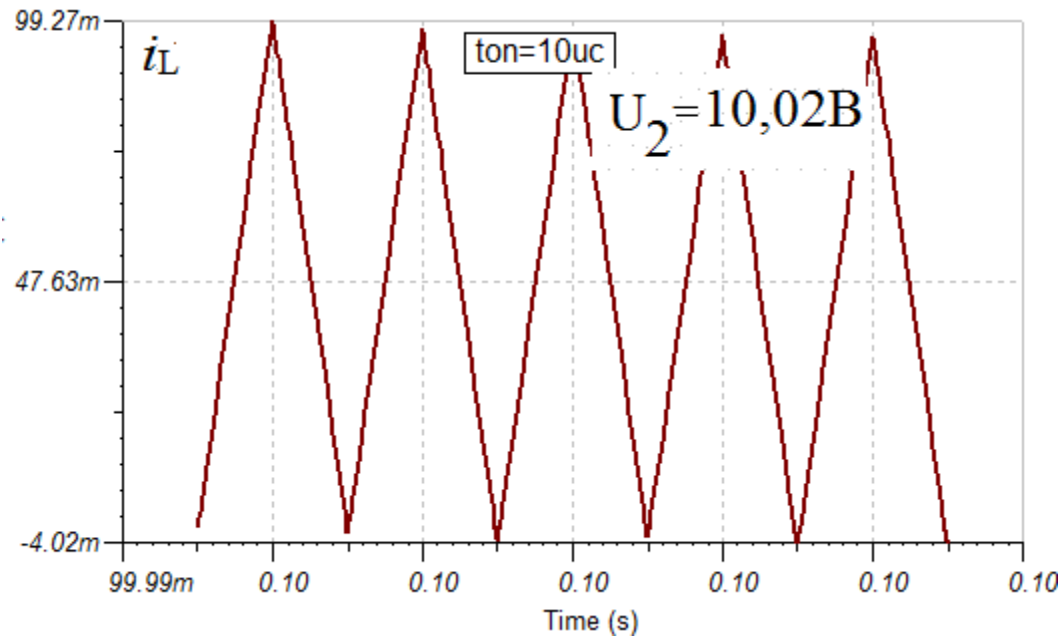
☒ OK
 ☐ Cancel
 ☐ Help



Напряжение на базе транзистора



Напряжения на индуктивности, нагрузке и на базе.

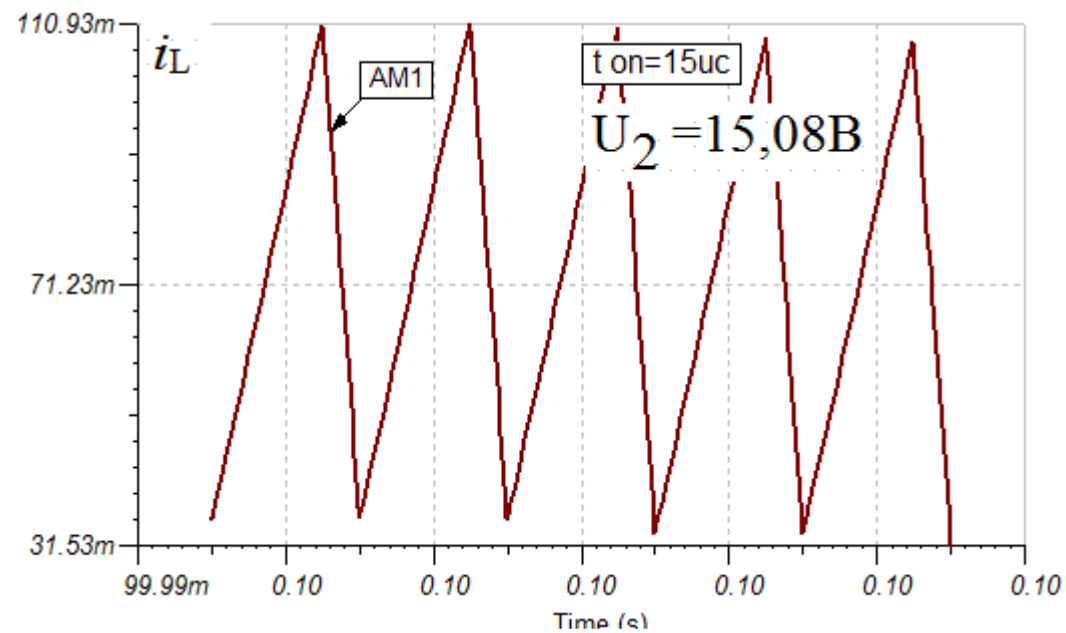
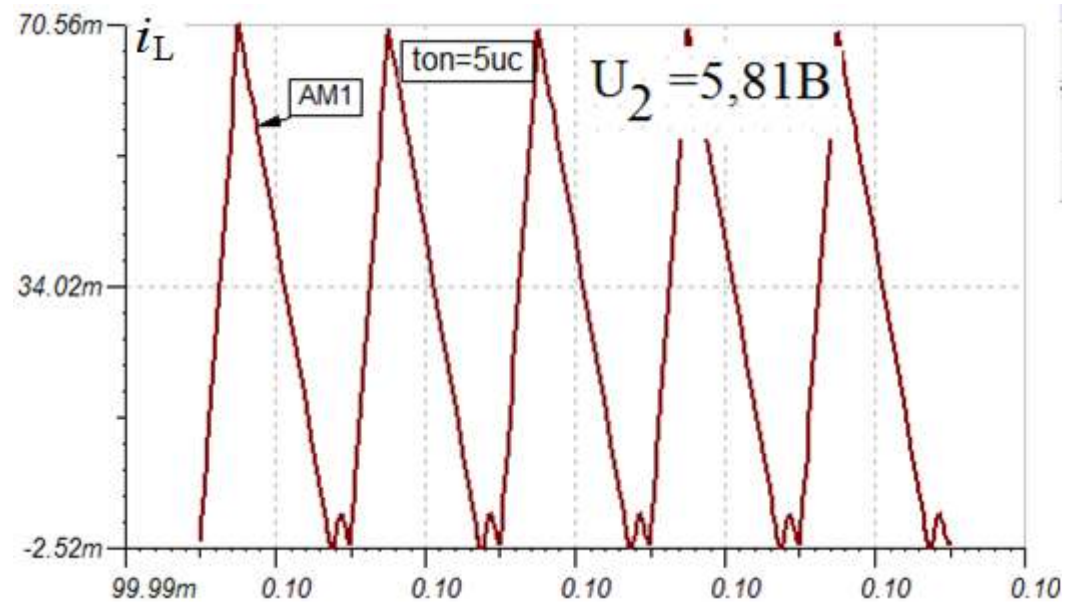


Режим непрерывного тока в дросселе.
Требуется подбор параметров схемы.

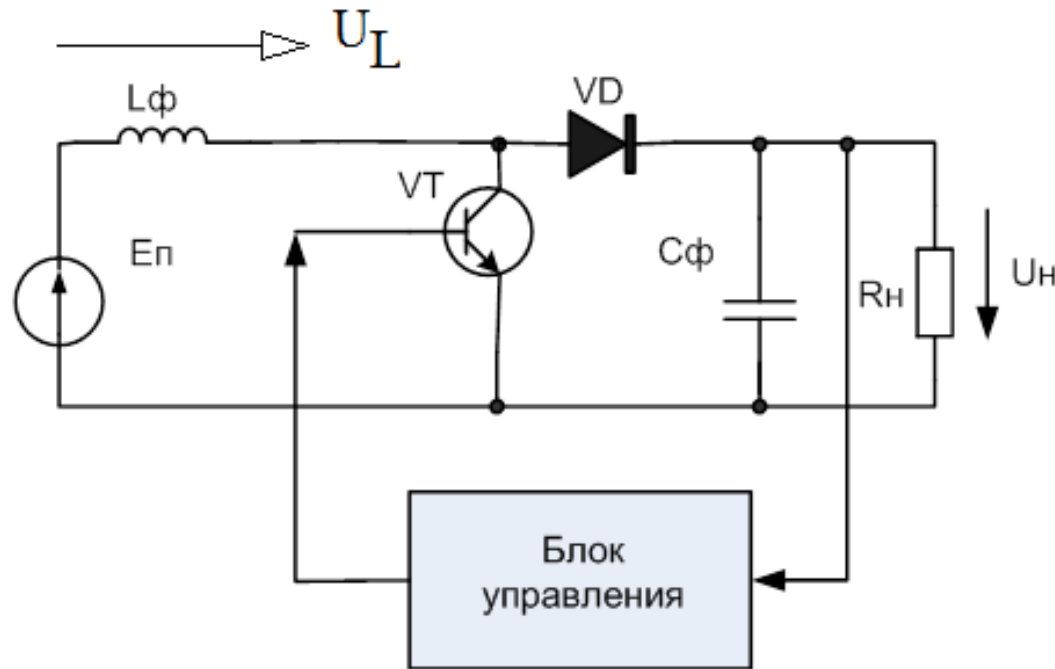
$$\gamma = \frac{t_u}{T}.$$

$$L \geq TR_n \frac{(1-\gamma)}{2} = 20 \cdot 10^{-6} 200 \frac{1-0,5}{2} = 10 \cdot 10^{-6} \cdot 100 = 10^{-3} = 1 \text{ мГн}.$$

$$U_n = \gamma E_n.$$



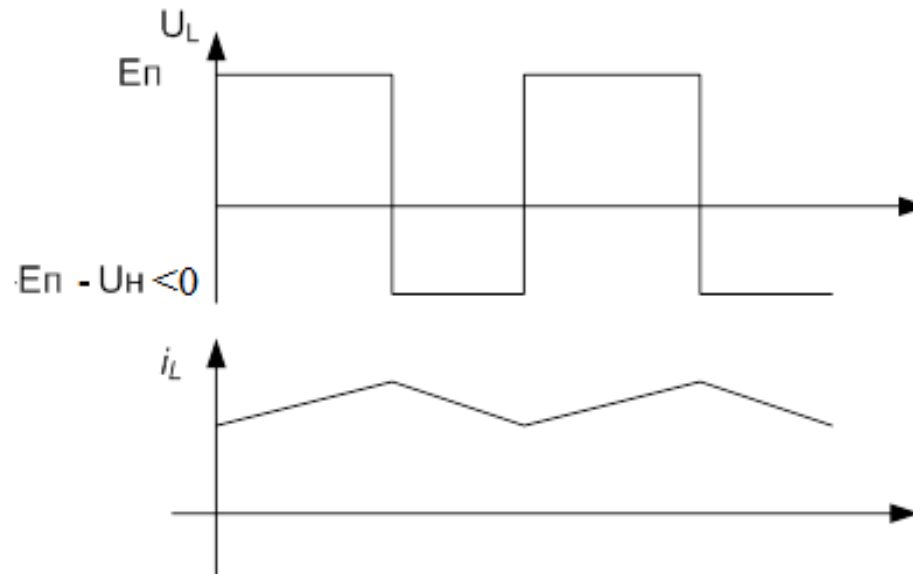
Повышающий преобразователь DC-DC



При открытом ключе: $U_L = E_n > 0$, $u_L = L \frac{di}{dt}$. Ток в индуктивности нарастает.

При закрытом ключе напряжение на катушке *меняет знак* и складывается с E_n . Энергия дросселя L через диод поступает в нагрузку и подзаряжает конденсатор до напряжения, большего E_n .

$$E_n = U_L + U_n, U_L = E_n - U_n = < 0.$$



Модель повышающего DC-DC преобразователя

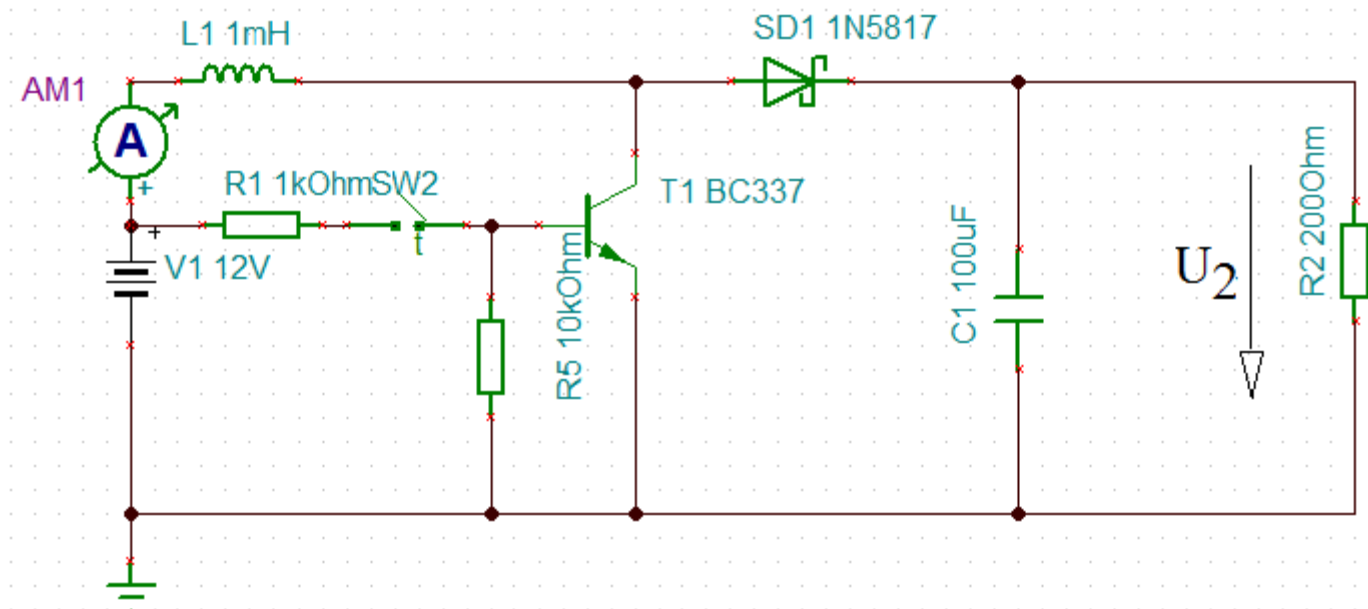
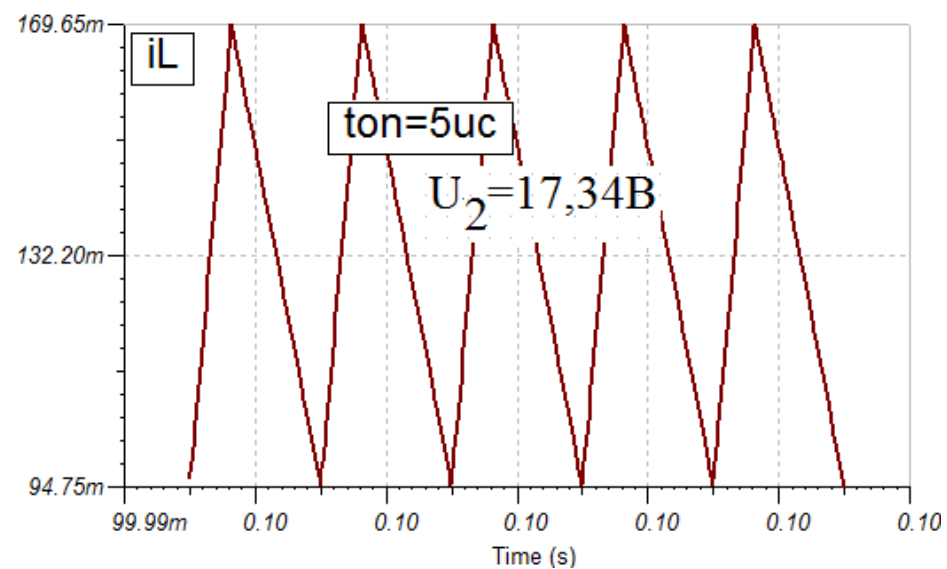
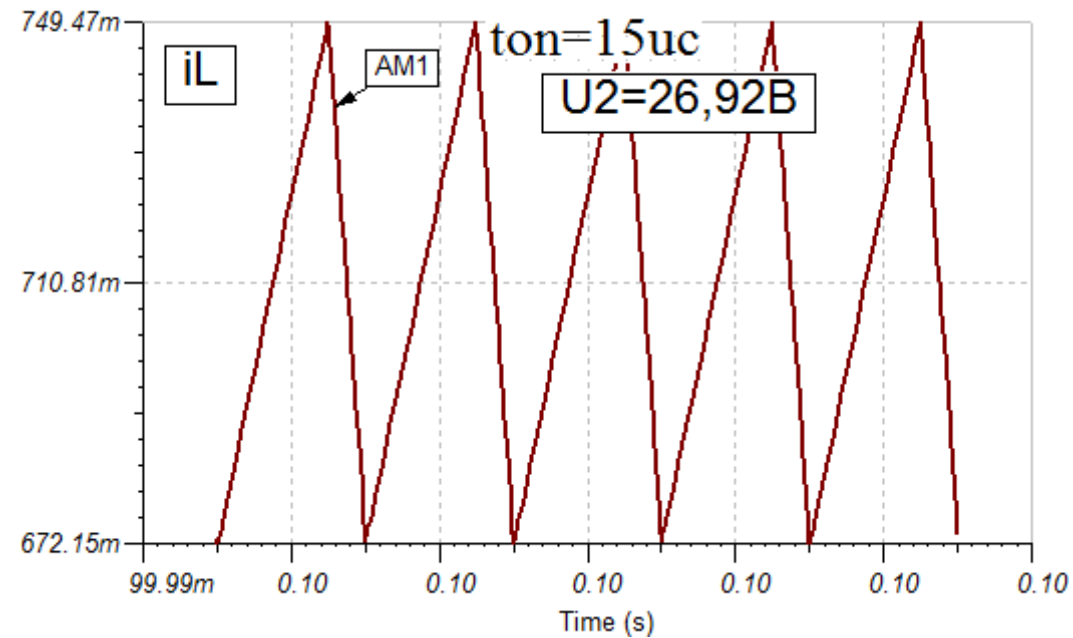
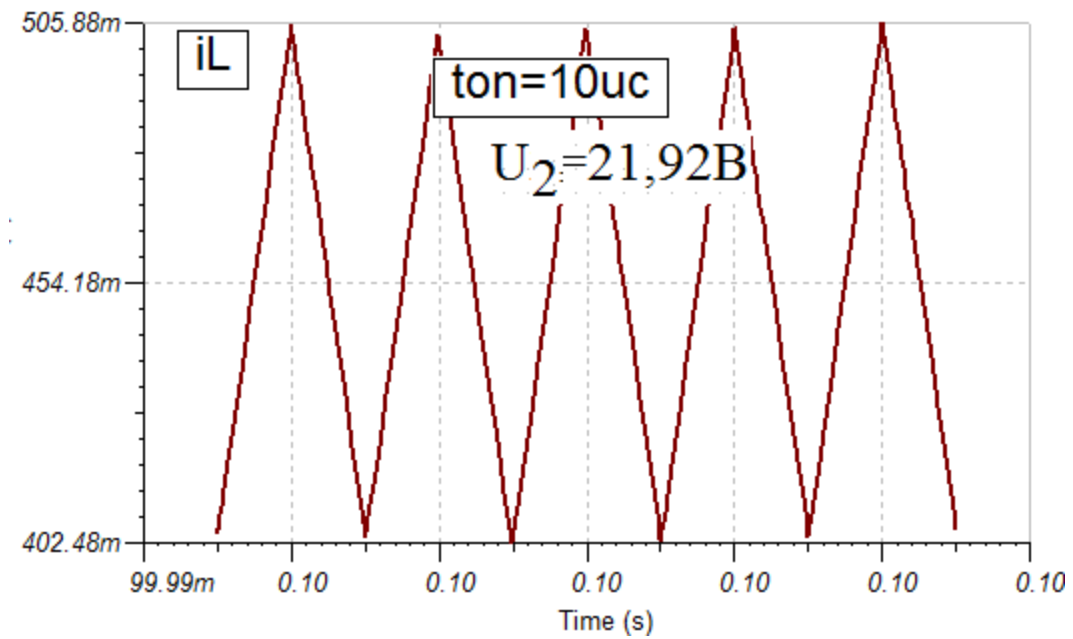


Рис.9.8





5A/2A Step Down, PWM (pulse width modulation), Switch mode DC-DC Regulators

Понижающий широтно-импульсный ключевой DC-DC регулятор

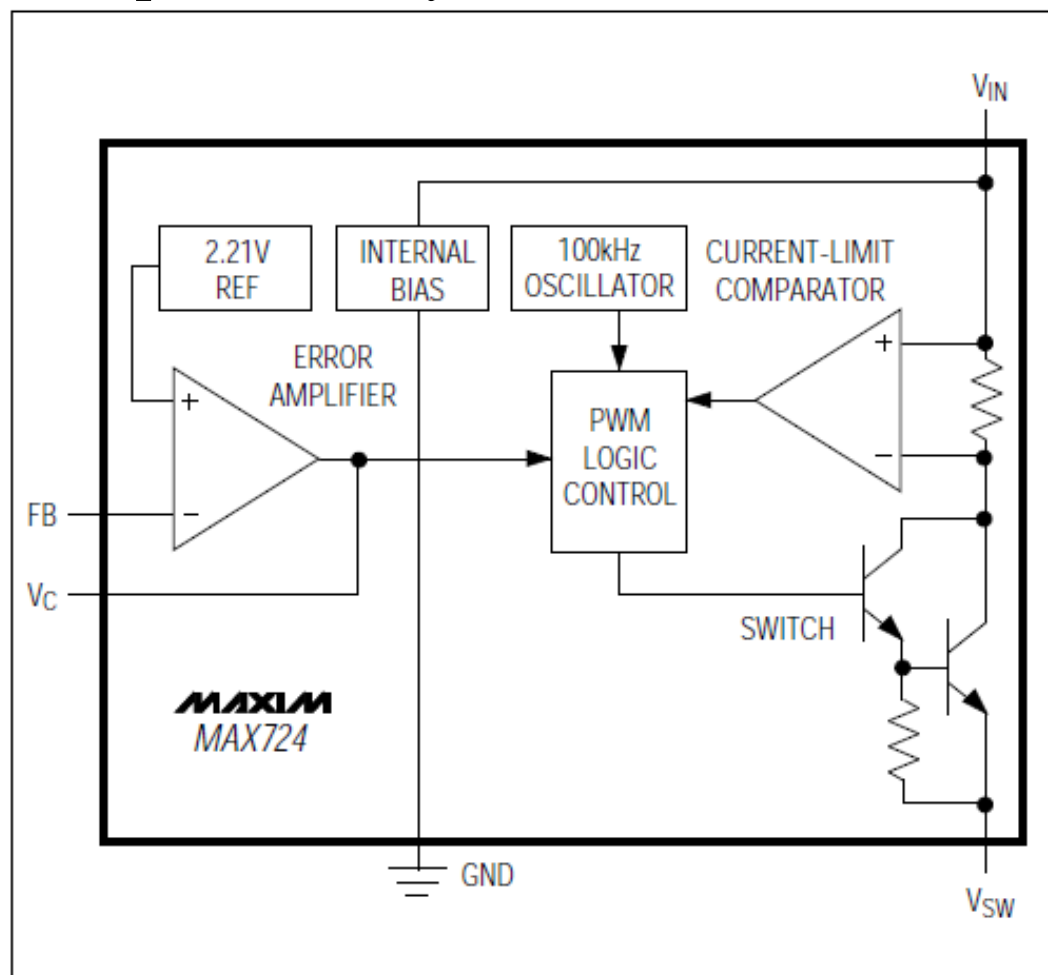


Figure 1. MAX724 Block Diagram

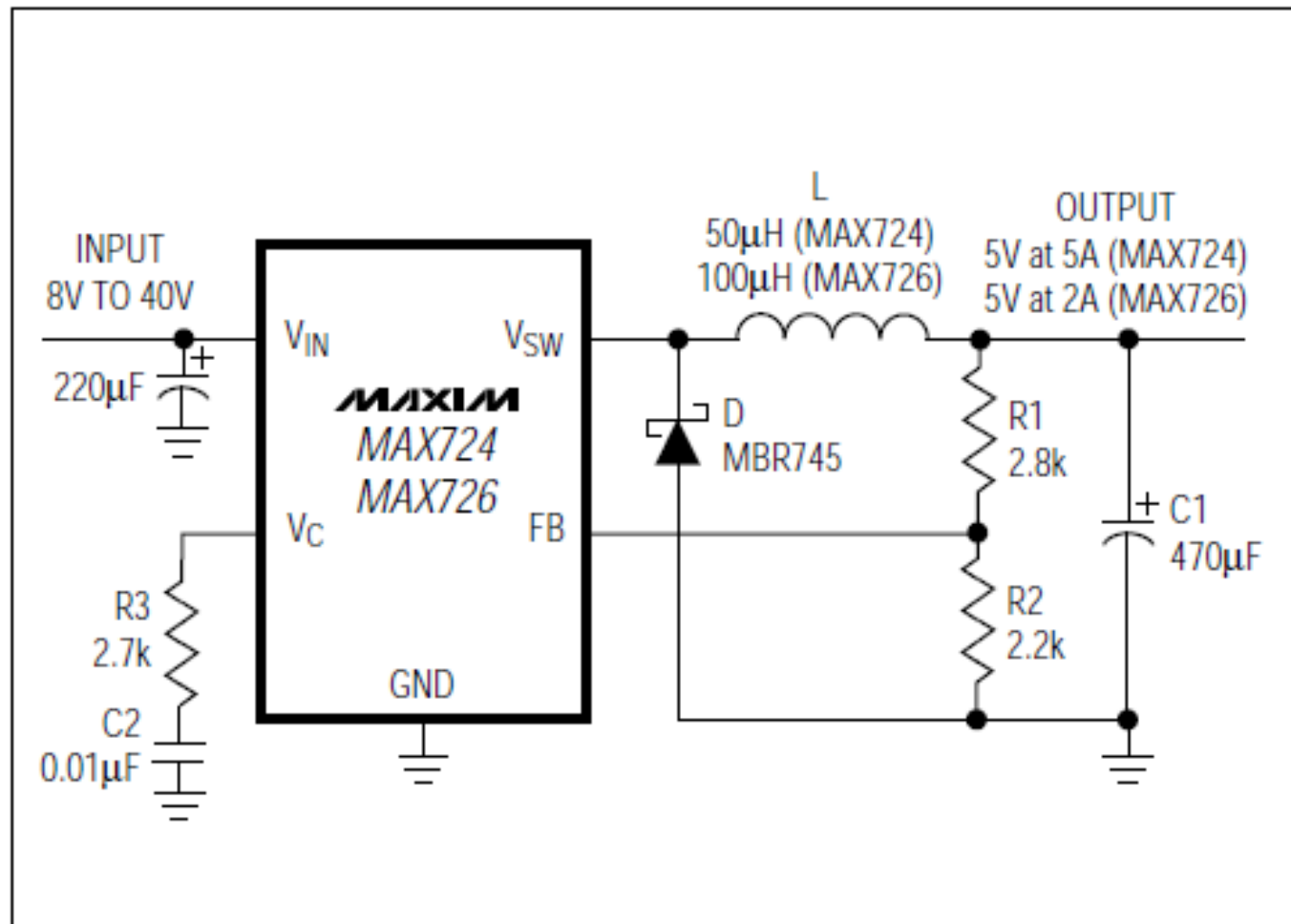
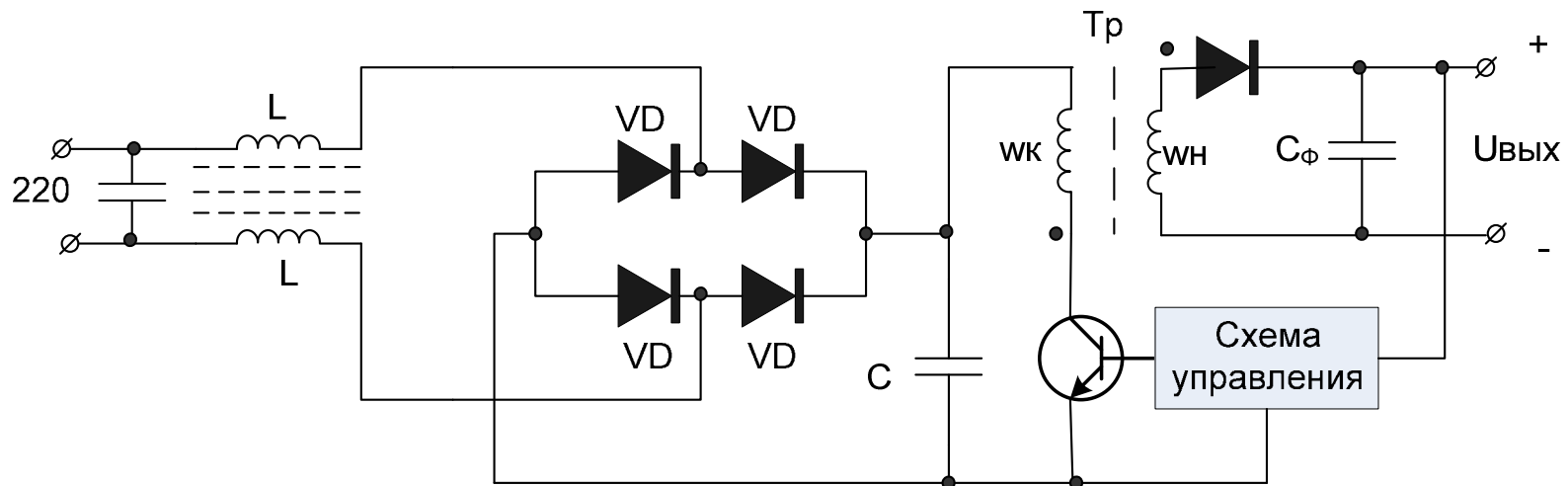


Figure 2. Basic Step-Down Converter

Импульсные источники питания AC-DC



В открытом состоянии VT в трансформаторе накапливается магнитная энергия. На диоде отрицательное напряжение. Диод закрыт. Cф разряжается на нагрузку.

В закрытом состоянии VT (во время обратного хода) накопленная энергия передается во вторую обмотку и через диод в нагрузку. Ко-

эфициент заполнения регулирует выходное напряжение

$$U_{вых} = E_n \gamma (1 - \gamma).$$

AN-21

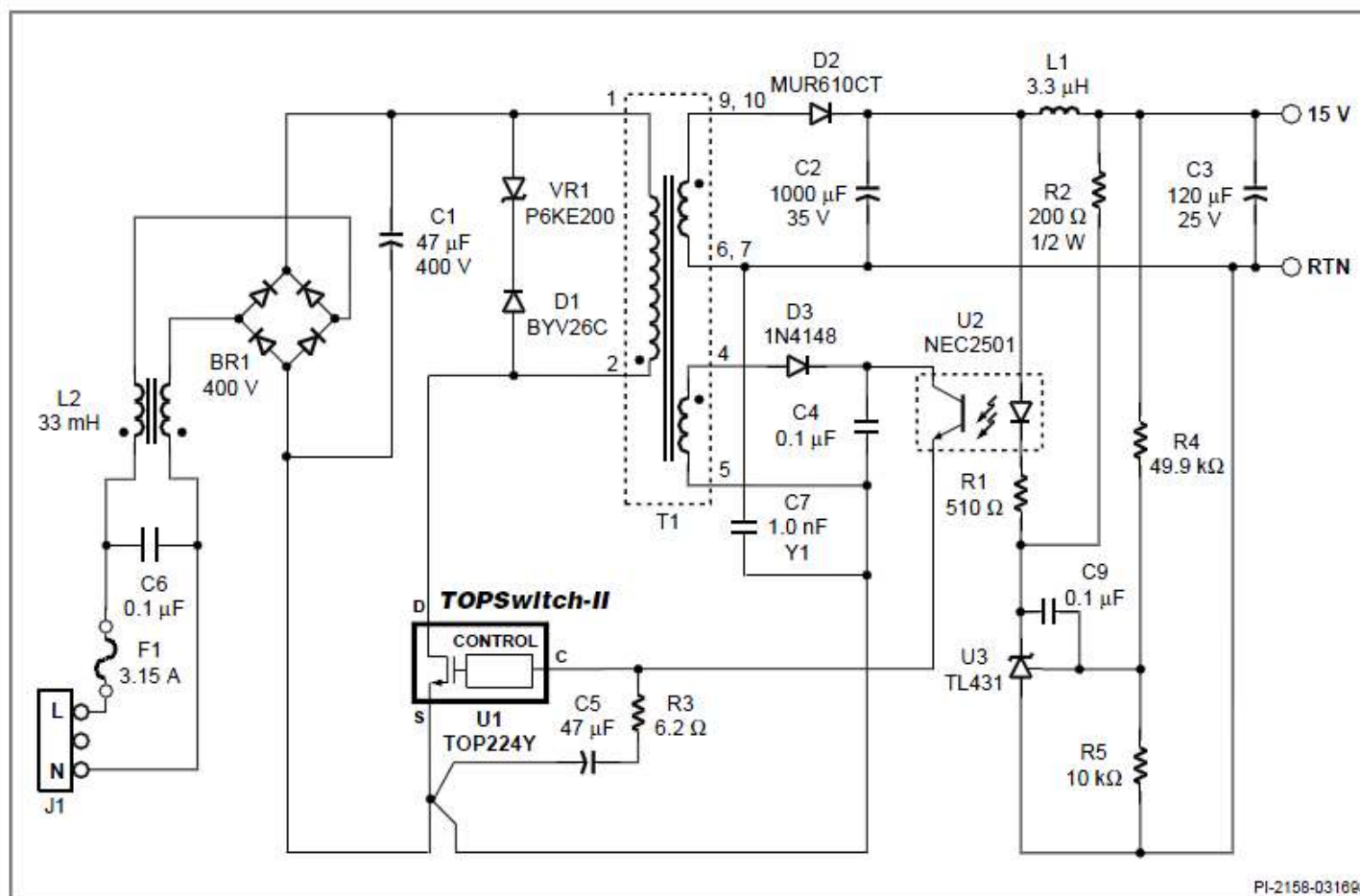


Figure 1. Typical Flyback Power Supply Using TOP224.