

Схема за управление на квазирезонансен понижавач преобразувател

КТН М.Г. Динкова

КТН Е.Ив. Динков

Приложението на квазирезонансната комутация в импулсните преобразуватели на напрежение води до създаването на голямо многообразие от схеми.

Разработен е безтоков квазирезонансен преобразувател /фиг.1/ в качеството му на захранващ източник за резервиране, при който е използван L1 - правоъгълна топология резонансен ключ [1], която позволява постигане на малки пулсации на тока през филтровия дросел и малки пулсации на изходното напрежение. Резонансният ключ работи в режим на пълна вълна, което води до по-голяма устойчивост на схемата при товарни промени.

Системата за управление е необходимо да удовлетворява следните технически изисквания:

- да осигурява стабилизирано напрежение за захранване;
- да извършва изменение на изходното напрежение във функция от честотата на управляващите импулси;
- ограничаване на тока в изходната верига.

Блоквата схема на системата за управление е показана на фиг.2. Тя се състои от интегрален стабилизатор, повторител на напрежение, токово огледало, сравняващо устройство, система за токова защита и честотен модулатор, изграден на базата на управляем генератор и таймер. При използване принципа на пропорционалното токово управление, на базата на магнитнотранзисторен ключ, е необходимо управляващия импулс да е достатъчно дълъг, за да задържи транзистора отпушен до нарастване на колекторния ток до нивото на тока на намагнитване на трансформатора. Като генератор на управляващи импулси е използван таймер NE 555. Веригата за заряд на таймера се състои от резистора R17 и кондензатора C8, които определят продължителността на интервала на паузата между управляващите импулси. За регулиране на изходното напрежение е необходимо продължителността на интервала на пауза да се изменя в зависимост от напрежението на изхода на силовата схема на преобразувателя. За

изменението на честотата на управляващите импулси, към изхода /7/ на таймера се включва управляем генератор на ток на базата на операционен усилвател ОУ2, чиято цел е да подава ток, пропорционален на разликата между зададеното напрежение и напрежението на изхода на силовата схема на преобразувателя. Тъй-като импулсите на изхода на таймера се получават с постоянна пауза и промени в интервала между паузите, е необходимо те да бъдат инвертирани. За това се използва инвертор, изграден на базата на транзистор Т4, който се отпушва при ниско ниво на управляващия сигнал. Инверторът се захранва с нестабилизирано напрежение за получаване на по-голям обхват на регулиране. Ценеровият диод Д28 се използва като ограничител и за неутрализиране на потенциала /около 2V/, който се получава в интегралната схема на таймера от изходния транзистор. Електролитният кондензатор С10 се поставя за предотвратяване на влиянието на индуктивността на свързващите проводници. За по-малки шумови пулсации е необходимо изхода /5/ на таймера да се шунтира с кондензатор на стойност $C5=0,001\mu F$. Управляемият генератор на ток е построен на базата на операционен усилвател ОУ2 и транзистор Т3, като е възможно тока да се регулира с потенциометъра R13. Операционният усилвател ОУ2 е част от интегрална схема LM324. Те се захранват спрямо изкуствено създадена средна точка 1/2 от 12V, която се създава чрез емитерен повторител /ОУ 4/, два транзистора Т6 и Т7, със свързани емитери в обща точка, които служат като отделители на напрежение. Схемата се захранва със стабилизирано напрежение $U_{се}=12V$, а на изхода се получава напрежение $U=6V$, спрямо което се захранват операционните усилватели.

Регулирането на изходното напрежение се постига чрез сравняването на напрежението в товара с напрежението, което се подава на инвертиращия вход на диференциален усилвател /ОУ1/. За да получи изменение на изходното напрежение спрямо маса, се използва схемата на токово огледало, т.е. един генератор на ток построен на базата на транзистор Т5. Изменението на изходното напрежение спрямо отрицателния полюс на захранването е пропорционално на изменението на напрежението спрямо маса, подадено към неинвертиращия вход на диференциалния усилвател, като степента на пропорционалност се определя от съпротивленията R1, R18, R19. Сигналът на изхода на ОУ1 се подава на неинвертиращия вход на ОУ2 на управляемия генератор на ток. Ценеровият диод Д8 се използва за ограничаване честотата на управление, а веригата R4 -R5 се включва като допълнителен елемент за осигуряване устойчивостта на регулатора.

Защитата по ток се осъществява на базата на трансформатор Тр3, в първичната намотка на който са паралелно свързаните филтрови дросели Lф1, Lф2, а вторичната намотка е свързана към операцияния усилвател ОУ3. Ако токът нарастне над определена стойност, от изхода на ОУ3 се подава сигнал към неинвертиращия вход на усилвателя на управляемия генератор, което се използва за регулиране на честотата, а от там и на изходното напрежение. Ограничаваният ток може да се регулира с потенциометъра R13.

Времето, през което транзисторите Т1 и Т2 се поддържат в отпушено състояние, се определя от токовете на намагнитване на трансформаторите Тр2 и Тр4, където

$$I_{\mu_1} = I_{\mu_2} = \frac{H_c \cdot l_c}{W_1}$$

H_c - интензитет

l_c - средна дължина на магнитните силови линии

W_1 - брой навивки в първичната намотка

Минималната продължителност на управляващия импулс може да се намери чрез приравняване на колекторния ток и токът на намагнитване. В интервала на линейно нарастване на тока през транзистора е в сила равенството:

$$I = \frac{E}{L_p \cdot t}$$

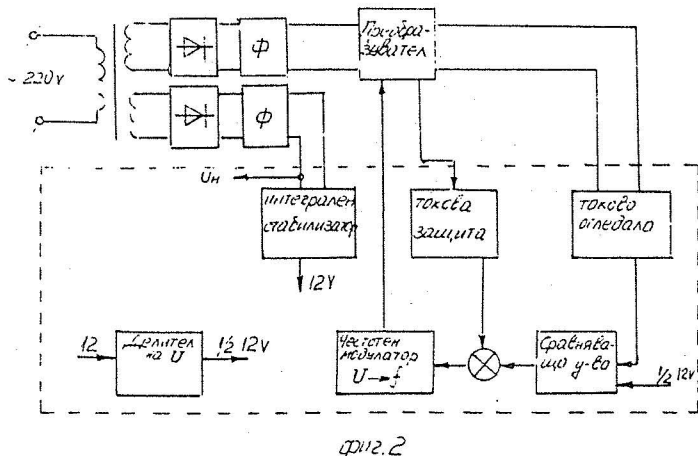
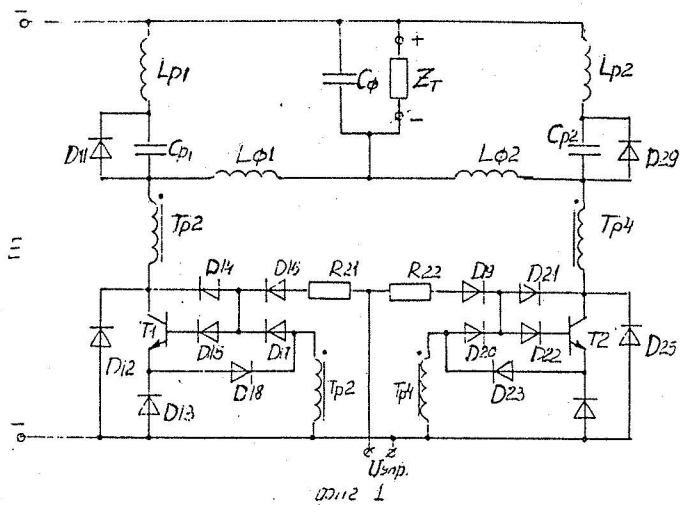
При минимално входно напрежение, максималната продължителност на управляващия импулс е:

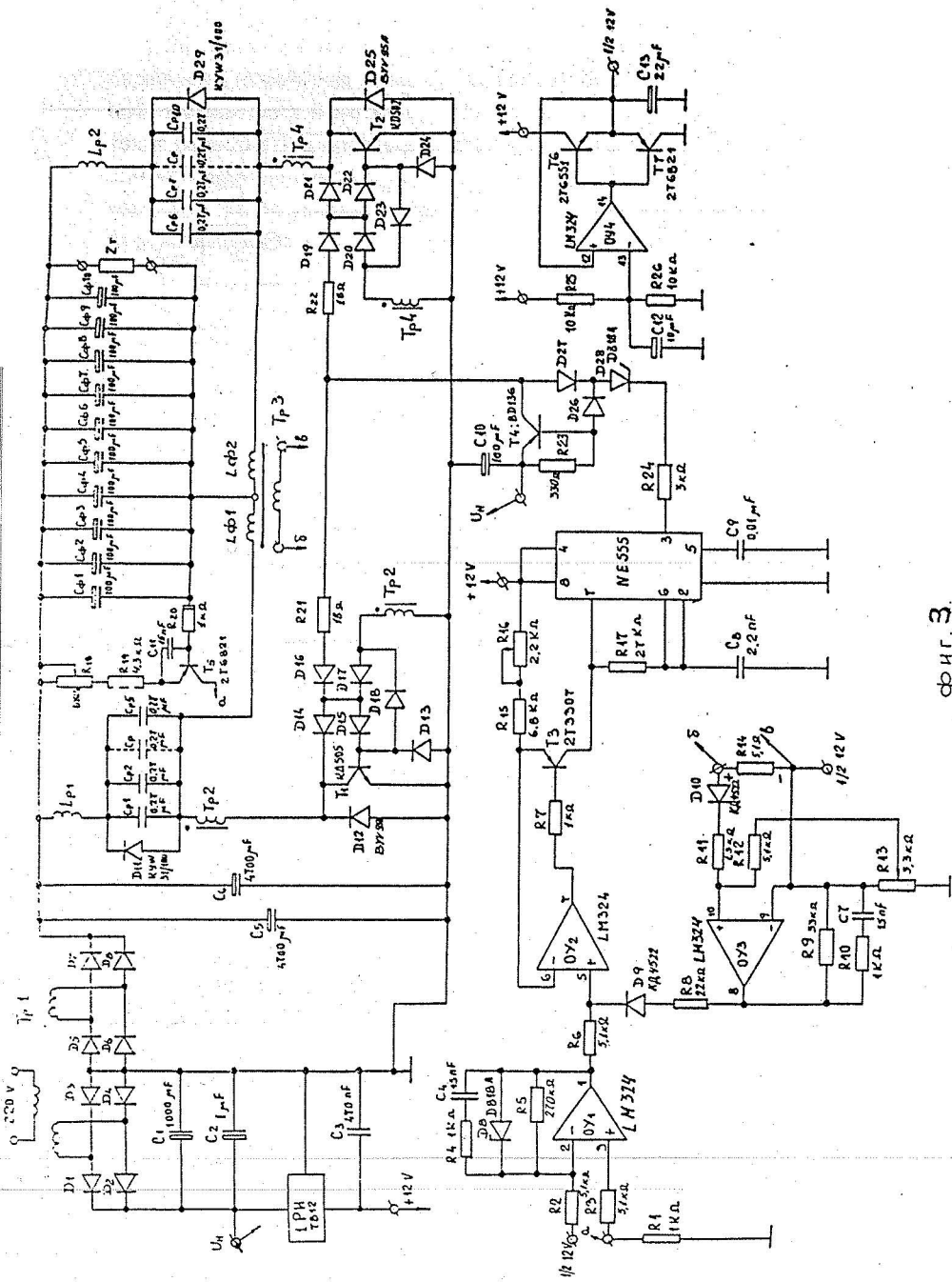
$$t_{\max} = \frac{I_{\mu} \cdot L_p}{E_{\min}}$$

Предложената система е използвана за управление на квазирезонансен преобразувател, в качеството му на резервиран източник с изходна мощност 450W; входно напрежение 220V±10%; изходно напрежение $U_{\text{изх}} = 0-30V$, честота на преобразуване $f_s = 40\text{kHz}$, при което успешно изпълнява поставените технически изисквания.

Литература:

1. Liu K.H., Lee F.C., Resonant Switches - a Unified Approach to Improve Performances of Switching Converters, IEEE 85





Фиг. 3.

QUASI - RESONANCE BUCK CONVERTER CONTROL CIRCUIT

M. G. Dinkova

E.I.Dinkov

The control circuit of quasi - resonance buck converter must implement these technical requirements:

- voltage stabilization;
- frequency control of output voltage;
- output current limitation.

The presented control system is used to control 500W reserve power source realized with quasi - resonant converter with output regulated voltage from 0 V to 30V; switch frequency 40kHz.

There are shown and described the block diagram and the full principal scheme.