

ИМПУЛЬСНЫЙ СТАБИЛИЗАТОР ТОКА С ЗАЩИТОЙ ЛПД ОТ ВЫГОРАНИЯ

Добрянский Н. С.¹, Кемпа П. Я.², Масютин Г. Г.¹

¹ГП Львовский научно-исследовательский радиотехнический институт

²Национальный университет «Львовская политехника»

Научная, 7, г. Львов, 79060, Украина

тел.: 066-7622671, e-mail: gmasyutin@yahoo.com

Аннотация — Предложен стабилизатор тока для генератора на ЛПД с защитой ЛПД от возможного сброса нагрузки. Генератор на ЛПД работает в 5-мм диапазоне длин волн с выходной мощностью более 50 мВт. Разработана схема измерения выходного сопротивления стабилизатора тока в зависимости от частоты. Стабилизатор тока обеспечивает ток в нагрузке 70 – 120 мА, время включения - менее 0,1 мксек.

I. Введение

Генераторы на ЛПД 5-мм диапазона длин волн находят широкое применение в разных отраслях науки и техники. Как правило, генераторы на ЛПД питаются от стабилизатора тока с большим выходным сопротивлением [1].

Выходное сопротивление стабилизатора тока для генератора на ЛПД должно быть не менее $1 \div 1,5$ кОм до частот $1 \div 1,5$ МГц. Стабильность питающего тока должна быть не хуже $2 \div 3\%$. При выходной мощности $25 \div 30$ мВт в 5-мм диапазоне генераторы на ЛПД обычно потребляют $95 \div 100$ мА при рабочем напряжении 20 В (напряжение пробоя ~ 17 В).

Если ЛПД в генераторе крепится прижимным контактом, то при вибрациях прижимной контакт может периодически пропадать. Следовательно, стабилизатор тока при сбросе нагрузки входит в насыщение (становится генератором напряжения) и при очередном контакте выходит из строя ЛПД.

Авторами разработан источник стабилизированного тока с защитой от сброса нагрузки.

II. Изложение основного материала

Схема импульсного (квазинепрерывного) генератора вместе со стабилизатором тока и защитой ЛПД от выгорания приведена на рис. 1. Учитывая все переходные процессы в стабилизаторе тока при подачи пускового импульса (Uвх.1), время выхода на режим (появление на выходе генератора СВЧ колебаний) составляет менее 0,1 мксек. Время разогрева генератора и, соответственно, выхода на стабилизированную частоту в данной работе не рассматривается. Стабилизатор тока питается стабилизированным источником напряжения — +30В.

Стабилизатор тока состоит из генератора тока (VT2) и стабилизатора напряжения (D1) в цепи обратной связи. В данной работе используется генератор 5-мм диапазона на ЛПД типа М31194-1.

Защита ЛПД от выгорания работает следующим образом: на эмиттере транзистора VT4 резисторами R16 и R17 устанавливается напряжение, которое на 1,5В больше рабочего напряжения ЛПД. При кратковременном (при вибрациях это время составляет $2 \div 10$ мсек) или постоянном отключении ЛПД ток транзистора VT2 (генератора тока) не изменяется, а замыкается через диод VD1 и транзистор VT4. Транзистор VT2 не находится в насыщении и на его коллекторе напряжение увеличивается, примерно на 2В, что может кратковременно увеличить ток ЛПД при

его подключении. Но в связи с тем, что минимальная индуктивность ввода питания на ЛПД составляет не менее 20 нГн и практические измерения показали, что увеличение тока через ЛПД в данное переходное время (практически переходной восстановительный процесс составляет около 0,4 нсек) не происходит.

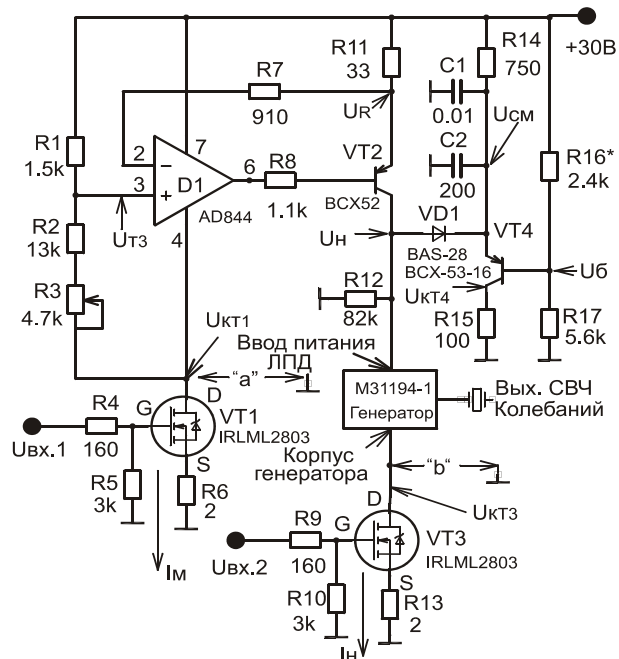


Рис. 1. Схема стабилизатора тока с СВЧ генератором.

Fig. 1. The circuit of a current regulator with a microwave oscillator

Резисторы R6 и R13 (2,0 Ом) служат для измерения тока коммутатора и ЛПД соответственно. Транзистор VT3 вместе с резисторами R9, R10, R13 служит только для измерения тока генератора на ЛПД.

При квазинепрерывной и непрерывной работе генератора на ЛПД необходимо заземлить точку „b“. Если необходимо только непрерывная работа генератора на ЛПД, то еще нужно заземлить точку „а“.

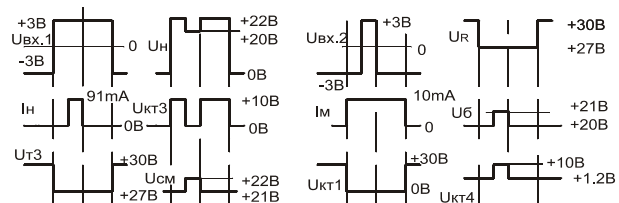


Рис. 2. Осциллограммы.

Fig. 2. Oscillograms

На рис. 2 показана осциллограмма в соответствующих точках схемы (рис.1) при квазинепрерывной работе генератора на ЛПД.

Резисторами R1, R2, R3, R11 регулируются выходной ток стабилизатора. Для предотвращения возбуждения микросхемы D1 установлены резисторы R7 и R8. Остальная работа схемы понятна из рис. 1 и осциллограмм (рис. 2).

Схема измерения выходного сопротивления стабилизатора тока в зависимости от частоты показана на рис.3. Для уменьшения погрешности измерения выходного сопротивления стабилизатора тока необходимо измерять напряжение „U1“ и „E“ с погрешностью не хуже 10мВ при номинале в пределах (0,5±1)В.

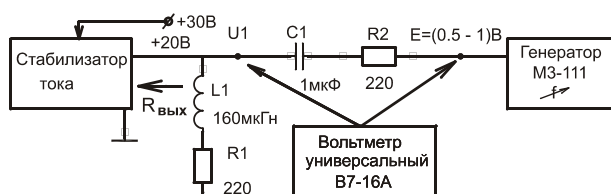


Рис. 3. Схема измерения выходного сопротивления стабилизатора тока.

Fig. 3. The circuit for measuring a current regulator output resistance.

В соответствии со схемой рис. 3 выходное сопротивление стабилизатора тока равно

$$R_{\text{вых}} = \frac{R2 \cdot |Z1|}{|Z1| \cdot E - R2 - |Z1| U1}$$

где $Z1 = R1 + j2\pi f L1$, f — частота, на которой измеряется выходное сопротивление стабилизатора тока.

Резистор R1 выбирается из условия обеспечения рабочего напряжения ЛПД на выходе стабилизатора тока. Резистор R2 и индуктивность L выбираются из условия обеспечения минимальной погрешности измерения. В некоторых случаях стабилизатор тока возбуждается при подключении индуктивной нагрузки. Тогда из схемы исключается индуктивность L1, а для уменьшения погрешности измерения выходного сопротивления стабилизатора тока резисторы R1 и R2 должны быть примерно равными.

III. Результаты исследования

Разработанный стабилизатор тока имеет выходное сопротивление равное 1,7 кОм, 2,45кОм, 4,18кОм на частотах 2,0МГц, 1,5МГц и 1МГц соответственно. Обеспечивает ток в нагрузке 70÷120мА (регулируется резисторами R1, R2, R3 и R11), время задержки на выходе генератора СВЧ колебаний от подачи пускового импульса ($U_{\text{вх.1}}$) не более 0,1 мксек. Напряжение питания — +30В.

IV. Заключение

Предложенный вариант схемы импульсного стабилизатора тока отличается малыми габаритами и энергопотреблением.

Простота конструкции, удобство регулировки выходного тока и, особенно, защита ЛПД от выгорания открывает широкие возможности практического применения в квазинепрерывных и непрерывных генераторах на ЛПД.

V. Список литературы

- [1] Кемпа Я. М., Дуфанец З. В., Тадаш Ю. Ю. Регулируемый трехамперный модулятор тока ЛПД. // 4-я Международная Крымская конференция и выставка «СВЧ-техника и спутниковые системы» (КрыМиКо'1994): материалы конф. (Севастополь, 26—28 сент. 1994 г.). Севастополь: Вебер, 1994. Т. 1. С. 1.6.

SWITCHING CURRENT REGULATOR WITH PROTECTION OF THE IMPATT DIODE FROM BURNOUT

Dobryanskiy N. S.¹, Kempa P. Ya.², Masyutin H. H.¹

¹Lviv Radio Engineering Reseach Institute

²Lviv National Polytechnic University

Lviv, 79060, Ukraine

Ph.: 066-7622671, e-mail: gmasyutin@yahoo.com

Abstract — In this paper we propose a current regulator for an IMPATT oscillator with protection of the IMPATT diode from a load throw-off. The IMPATT oscillator operates in the 5-mm wave band. Its output power is greater than 50mW. The circuit for measuring the output resistance of the current regulator versus frequency has been developed. The current regulator provides current of 70-120mA across the load; switch on time is less than 0.1µs, output resistance is 2.45kΩ at 1 MHz.

I. Introduction

The IMPATT oscillators are powered from the current regulators with high output resistance at frequencies of the order of 1-1.5MHz. If the IMPATT diode is fixed in oscillator with a pressed contact, then the latter may fail periodically during vibrations. Hence, in the load throw off, the current regulator enters a saturation mode (becomes a voltage generator), and in the next contact the IMPATT diode fails.

II. Main Considerations

The circuit of the switching oscillator with the current regulator and the protection is shown in fig.1. The current regulator consists of current generator VT2, control voltage regulator control voltage regulator D1 in the feedback circuit. In the present work, there was used the M31194-1 5-mm wave band IMPATT oscillator. The protection of the IMPATT diode from burnout is provided as follows: the voltage across the emitter of transistor VT4 is fixed by resistors R16 and R17; said voltage is 1.5V greater than the IMPATT diode operating voltage. In short-time (in vibrations this time is about 2-10ms) or constant cut-off of the IMPATT diode, the transistor VT2 current (current generator) does not change, but it takes the path through diode VD1 and transistor VT4. Consequently, transistor VT2 is not at saturation and its collector voltage increases approximately by 2V which may increase the IMPATT current in its connection. But due to the fact that minimum inductance of power supply across the IMPATT diode is not less than 20nH and is practically measured, the current through the IMPATT diode does not increase at the given transient time (transient reduction process is practically about 0.4ns). Transistor VT3 together with resistors R9, R10, R13 serve only for measuring the current of the IMPATT oscillator. In quasi-continuous and continuous operation of the IMPATT oscillator, point "b" must be grounded. If only the continuous operation of the IMPATT oscillator is required, then it is necessary to ground one more point, point "a". The circuit operation is understood from Fig.1 and oscillograms (Fig.2).The circuit for measuring the output resistance of the current regulator versus frequency is shown in Fig.3.

III. Experimental Investigations

The developed current regulator has output resistances of 1.7kΩ, 2.45kΩ, 4.18kΩ at frequencies of 2.0MHz, 1.5MHz, 1.0MHz respectively. The current regulator provides controlled current of 70-120mA across the load.

IV. Conclusion

The proposed version of the switching current regulator circuit features small dimensions and low power consumption.

Simplicity of the design, easy control of the output current and protection of the IMPATT diode from the burnout opens the possibilities for wide practical application of the IMPATT oscillators in quasi-continuous and continuous systems.