

СТАБИЛИЗИРАН He-Ne ЛАЗЕР

Петър П. Брънзалов

ppb@vtu.bg

**ВТУ "Тодор Каблешков", 1574 София, ул. "Гео Милев" 158
БЪЛГАРИЯ**

Ключови думи: стабилизирани He-Ne лазер, лазерни сензори

Резюме: В представената работа е разгледан стабилизирани по отношение на кратковременните флуктуации на мощността на излъчването He-Ne лазер с мощност 1 mW и дължина на вълната 632,8 nm. Такъв лазер има широко приложение в областта на лазерните датчици на физични величини (безконтактни измерители на вибрации и др.), където ниското ниво на оптичните шумове е един от основните параметри определящи чувствителността на системата. В работата е определено, че основния източник на шумове и на кратковременни нестабилности в мощността на лазера, са пулсиращите и шумовете произтичащи от импулсното захранване на лазера. Импулсното захранване на изследвания тип лазер (ЛХН 101П), работи при честота на комутации около 20 kHz. За стабилизацията на изходната мощност и намаляването на нивото на оптичните шумове е разработен двузвънен високоволтов нискочестотен филтър, през който преминава захранващия ток на лазера. Използването на този филтър, позволява нивото на оптичните шумове и кратковременни флуктуации да се намали до много ниско ниво, под нивото на чувствителност на използваната оптико-електронна регистрираща апаратура, което е 1 mV. В представената работа, допълнително е проведено числено моделиране и изследване на такъв вид филтри, за нуждите на стабилизирани He-Ne лазери.

1. ВЪВЕДЕНИЕ.

1.1. Съвременно състояние на проблема. Стабилизирани He-Ne лазери са два вида, стабилизирани по честота на изходното излъчване и стабилизирани по интензивност (мощност) на изходното излъчване [1-3]. Лазерите със стабилизация на честотата на излъчването имат широко приложение в лазерната интерферометрия, метрологията, холографията, спектроскопията и др. Лазерите със стабилизация на интензивността (мощността) на изходното излъчване имат широко приложение при анализа на повърхности, анализа на разсейването от частици, поляризационните явления, лазерните сензори на физически величини, лазерни профилометри и др. Цените на стабилизирани He-Ne лазери варират в рамките на 3000÷5000 EUR [2].

1.2. Формулиране на задачата. В работа [4], за нуждите на безконтактен лазерен измерител на вибрации е разработен стабилизирани по мощност и с ниско ниво на оптичните шумове He-Ne лазер, с дължина на вълната 632,8 nm и изходна мощност 1 mW, чрез добавянето на високоволтов нискочестотен филтър между лазерния

излъчвател и захранването на лазера.

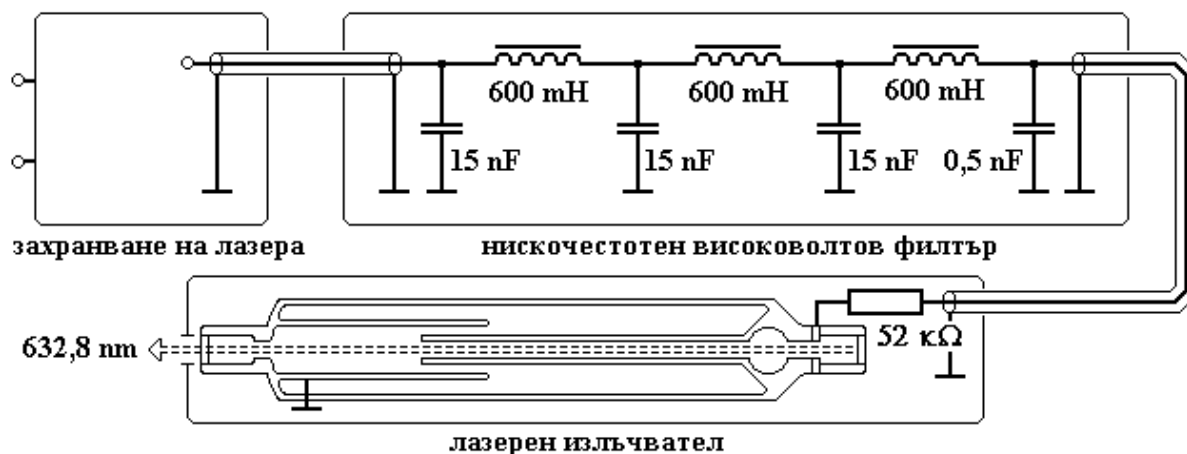
Настоящата работа има за цел изследването на характеристиките на използвания в работа [4] високоволтов нискочестотен филтър и изследване варианти на такъв филтър, за бъдещо използване в стабилизираните по мощност He-Ne лазери.

2. ОПИСАНИЕ НА ЛАЗЕРА И ВИСОКОВОЛТОВИЯ НИСКОЧЕСТОТЕН ФИЛТЪР.

Схема на стабилизиращият He-Ne лазер и високоволтовия нискочестотен филтър са показани на Фиг.1. Като основа за изграждането на стабилизиращия по мощност He-Ne лазер, е използван He-Ne лазер тип ЛХН 101П българско производство. Захранването на този лазер представлява транзисторен трансвертер с честота 20 kHz, който обезпечава високо напрежение за поддържането на лазерния разряд, а също генерира високоволтов запалителен импулс. Необходимия за нормалното функциониране на лазера разряден ток е около 10 mA.

Получаваното от импулсното захранване напрежение се подава на филтриращ блок, в който е монтиран нискочестотен високоволтов филтър, състоящ се от последователно свързани единичен П-филтър и единичен Т-филтър. Индуктивностите на филтъра с големина 600 mH са изработени от проводник с високоволтова изолация и са навити във затворени феритни сърцевини. Капацитетите представляват високоволтови кондензатори с големина 15 nF и максимално работно напрежение 3 kV.

След филтъра, захранващото напрежение се подава на лазерния излъчвател, който съдържа разрядната тръба с монтиран лазерен резонатор и ограничителен резистор за разрядния ток с големина 52 kΩ. Всички блокове на лазера са свързани с кабел с високоволтова изолация. Така конструирания лазер позволява нивото на кратковременните флуктуации с честота 20 kHz генерирани от импулсното захранване на лазера и нивото на оптичните шумове, да бъде намалено до много ниско ниво, под нивото на чувствителност на използваната оптико-електронна регистрираща апаратура, което е 1 mV.

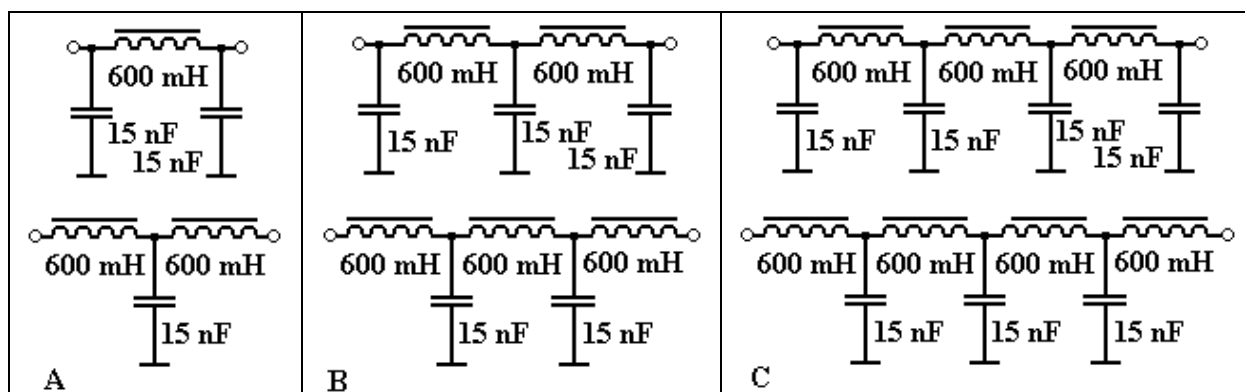


Фиг.1. Схема на стабилизиращия по мощност He-Ne лазер ЛХН 101П.

3. ИЗСЛЕДВАНЕ НА ВИСОКОВОЛТОВИЯ НИСКОЧЕСТОТЕН ФИЛТЪР.

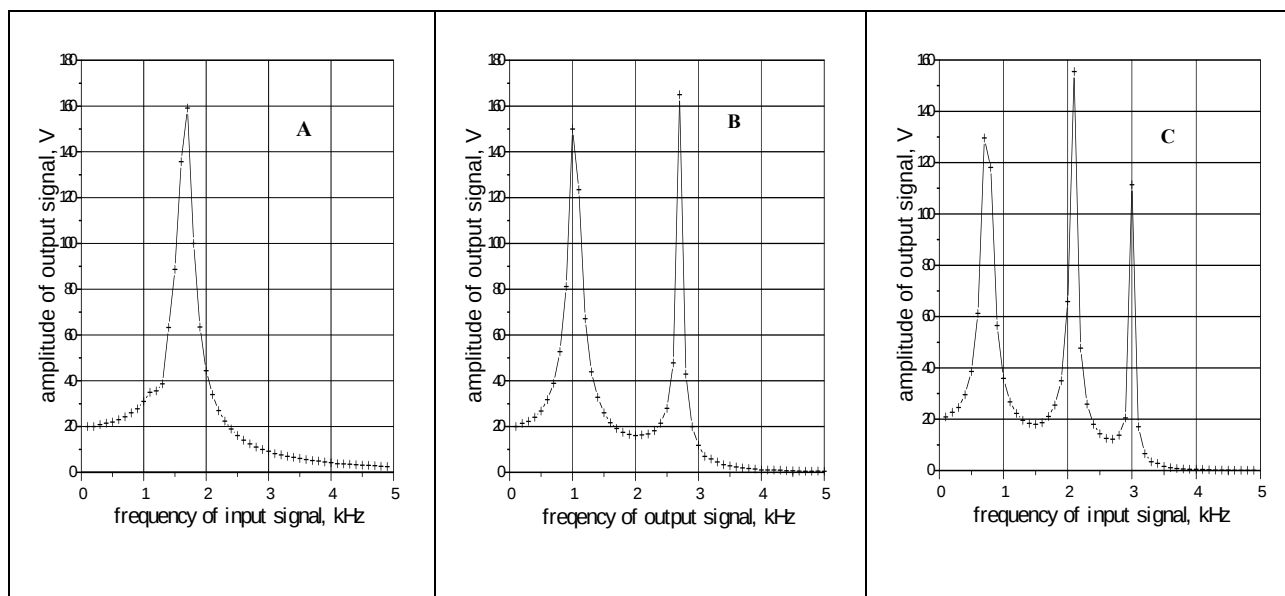
Интерес за бъдещото използване на горната схема при създаването на стабилизирани по мощност на изходното излъчване He-Ne лазери, представлява определянето на амплитудно-честотните характеристики на използвания високоволтов нискочестотен филтър, както и тези на негови варианти. На Фиг.2 са показани схемите на реално използвания в лазера нискочестотен филтър и негови варианти, като

еднозвенни, двузвенни и тризвенни филтри, конструирани със същите елементи ($L=600$ mH, $C=15$ nF).



Фиг.2. Схеми на изследваните филтри (Orcad 16): (А) Еднозвенни П и Т филтри; (В) Двужвенни П и Т филтри; (С) Тривзенни П и Т филтри.

Амплитудно-честотните характеристики на всички филтри са изследвани с програмата Orcad 16 и са представени на Фиг.3. Изследването показва, че характеристиките на реално използвания филтър напълно съвпадат с характеристиките на двойните П и Т филтри (Фиг.3В). Поради малката стойност на кондензатора C_4 (0,5 nF), реално използвания филтър представлява двоен филтър с едно П и едно Т звено. Численното изследване (програма Orcad 16) на единичните, двойните и тройните филтри показва, че те имат сходни характеристики, които се различават само по броя на резонансите, стръмността на характеристиките в началото на областта на потискане и остатъчното ниво на сигнала в областта на потискане. Това показва, че конструирания филтър е удачен, а чрез увеличаването на броя на секциите може да се получи още по-ниско ниво на шумовете в областта на потискане.



Фиг.3. Амплитудно-честотни характеристики на: (А) Еднозвенни П и Т филтри; (В) Двужвенни П и Т филтри; (С) Тривзенни П и Т филтри.

Коефициента на предаване по напрежение на един филтър може да се определи като отношението на големината на изходното напрежение (U_2) към големината на входното напрежение (U_1):

$$(1) \quad K_U = \frac{U_2}{U_1}.$$

За различните филтри този коефициент има стойност за честота на сигнала 5 kHz: (i) реално използван филтър ($K_U = 0,02$); (ii) единични филтри ($K_U = 0,115$); (iii) двойни филтри ($K_U = 0,02$); (iv) тройни филтри ($K_U = 0,005$).

Численото изследване показва, че критичната честота на филтъра (честотата на отсичане) и големината на амплитудата на резонансите, могат да се променят чрез изменението на стойностите на индуктивностите и кондензаторите, но това в случая не е необходимо поради добрата работа на филтъра.

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

Основните резултати получени в настоящата работа могат да се обобщят в следното:

*Числено е изследван (програма Orcad 16) високоволтов нискочестотен филтър за нуждите на стабилизирания по мощност He Ne лазер с дължина на вълната 632,8 nm, който е използван при лазерен безконтактен датчик на вибрации, експериментално изследван в работа [4].

*Числено са изследвани единични, двойни и тройни варианти на филтъра.

*Показано е, че всички варианти на филтъра са подходящи за използване при конструирането на стабилизирани по мощност на изходното излъчване He-Ne лазери.

ЛИТЕРАТУРА.

- [1]. Newport Corporation, <http://www.newport.com/Stabilized-Helium-Neon-HeNe-Laser---Frequency-and-732092/1033/info.aspx>
- [2]. Melles Criot (CVI Laser Optics), <https://www.cvimellesgriot.com/Products/Compact-Stabilized-Helium-Neon-Lasers.aspx>
- [3]. Thorlabs, http://www.thorlabs.de/newgrouppage9.cfm?objectgroup_id=5281
- [4]. Branzalov P. P., Ivanov L. M., Pavlov L. I., Noncontact sensor for vibration measurement, Proceedings SPIE "Lasers - Physics and Applications", Editors: P. Atanasov, 1996, v.3052, pp.386-389.

STABILIZED He-Ne LASER

Peter Branzalov

ppb@vtu.bg

*Todor Kableschkov University of Transport
1574 Sofia, 158 Geo Milev str.,
BULGARIA*

Key words: *stabilized He-Ne laser, laser sensors*

Abstract: *In the presented work is discussed in terms of stabilized short-term fluctuations of the output radiation power He-Ne laser with a power of 1 mW and a wavelength of 632,8 nm. Such lasers are widely used in the field of laser sensors of physical quantities (noncontact measurements of vibrations and the like.), wherein the low level of optical noise is one of the main parameters determining the sensitivity of the system. At work it was determined that the main source of noise and transient instabilities in the power of the laser pulses are the noises arising from the supply voltage due to pulses of the laser supply. Switching power supply of the type of laser (LHN 101P) operating at a fundamental frequency about 20 kHz. For the stabilization of the output power and reduce the level of optical noise is developed two-tier high-voltage low-pass filter through which the supply current of the laser passes. Using this filter, allows the level of optical noise and short term fluctuations can be reduced to a very low level below the level of sensitivity of the opto-electronic registering apparatus, which is 1 mV. In the presented work is further conducted numerical modeling and analysis of such filters for the purpose of stabilized He-Ne lasers.*