

ДУКАНАЛЕН МИКРОПРОЦЕСОРЕН ИЗМЕРВАТЕЛ НА ЕНЕРГИЯ НА ИМПУЛСНО ЛАЗЕРНО ЛЪЧЕНИЕ

РАЧО МАРИНОВ ИВАНОВ,
ДОБРОМИР ВАСИЛЕВ ПАЛАЗОВ * ,
РУМЕН ТЕНЕВ КОРТЕНСКИ

Катедра "Електронна техника", Технически университет - София

* Институт по лазерна техника, СУ

I. УВОД

Развитието на лазерната техника и технологии [1] създаде необходимост от съвременни оптоелектронни измервателни уреди. По-старите разработки на такива уреди [2], [3] са цифрови без процесорно управление. В [4] се предлага портативен измервател на лазерна енергия в режим на свободна генерация на лазера.

Разработеният в настоящата работа уред измерва енергия на импулсно лазерно лъчение както в режим на Q-модулация, така и в режим на свободна генерация на лазера. Приложено е процесорно управление на базата на едночиповия микрокомпютър MC 68HC11 [5]. Това води до разширяване на възможностите, намаляване на размерите, повишаване на надеждността и точността и улесняване на работата с уреда. Той е осигурен с необходимия софтуер на асемблер. Наличието на интерфейс RS232C го прави приложим и в сложни измервателни установки. Работният спектрален диапазон на уреда е $\lambda = 400 \div 1100$ nm. В този диапазон работят най-често използваните импулсни лазери. Максималната честота на повторение на импулсите е 20 Hz. Синхронизацията може да бъде външна или вътрешна. Измерва енергия от 10 pJ до 10 mJ. Този диапазон е разделен на 9 декади. Изборът на подходящ обхват се извършва автоматично от процесора. Предвидена е възможност за осредняване на 10 или 100 поредни импулса. Има възможност за измерване на отношение между енергиите на двата канала. Уредът разполага с три входни преобразователни глави. Главите А и В използват за първичен преобразувател PIN-фотодиод, а първичният преобразувател на глава С е пироелектричен сензор. С нея се измерват енергии от 10 μ J до 10 mJ. Глава А се включва към канал А, а към канал В се включва глава В или С.

II. СЪЩНОСТ

1. Предавателна характеристика

За главите с фотодиоден преобразувател методът на измерване се основава на връзката между енергията на светлинния импулс, фототока на фотодиода и заряда върху кондензатор. Известно е, че енергията е

$$W = \Phi \cdot t .$$

От друга страна, чувствителността на фотодиода е

$$S = \frac{I}{\Phi} \quad \text{или} \quad \Phi = \frac{I}{S} .$$

Тя зависи от дължината на вълната на лъчението λ . Дава се като произведение между чувствителността на фотодиода за $\lambda = 850 \text{ nm}$, която е най-висока, и относителната спектрална чувствителност S_{λ}^* , която се отчита по таблици или графики за всеки отделен фотодиод

$$S = S_{\lambda, \text{max}} \cdot S_{\lambda}^* .$$

Оттук енергията е

$$W = \frac{I \cdot t}{S_{\lambda, \text{max}} \cdot S_{\lambda}^*} .$$

Известно е, че зарядът върху кондензатор е

$$q = I \cdot t = U \cdot C .$$

След заместване и преобразуване получаваме

$$W = \frac{U \cdot C}{S_{\lambda, \text{max}} \cdot S_{\lambda}^*} .$$

Предавателната характеристика на пиродатчика е

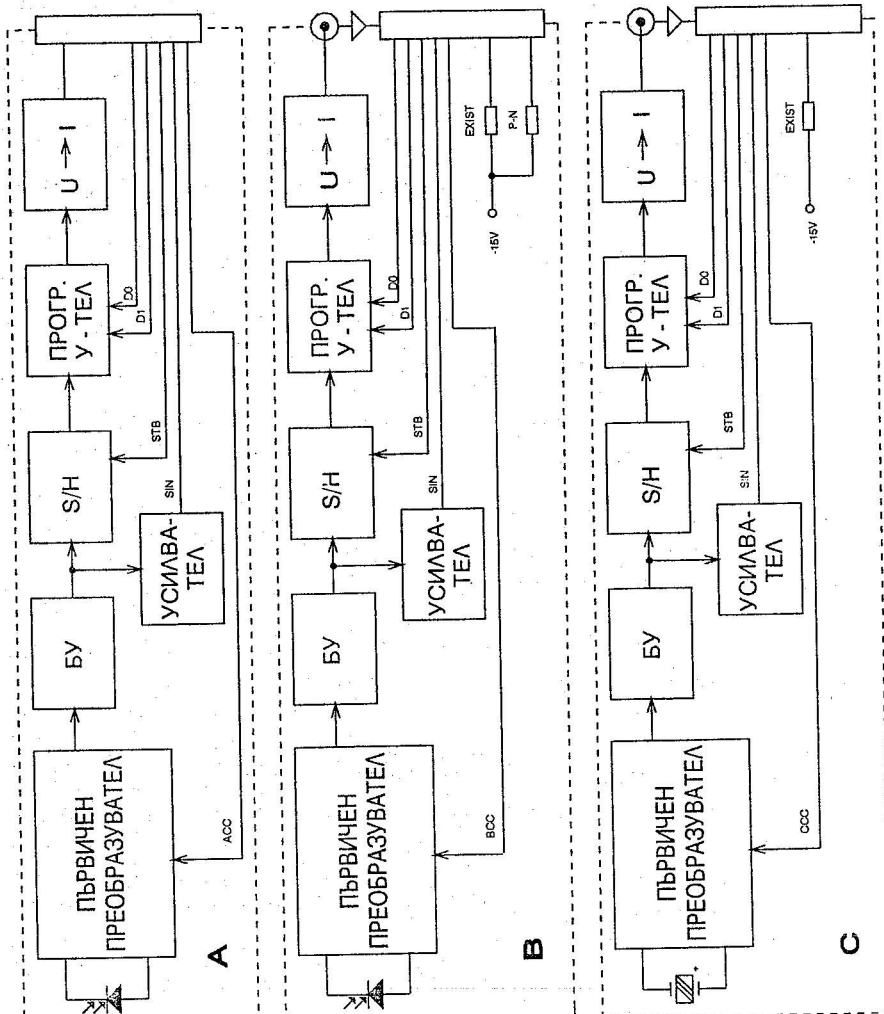
$$W = \frac{U \cdot C}{S_p}$$

Чувствителността му S_p в спектралния диапазон на уреда не зависи от дължината на вълната.

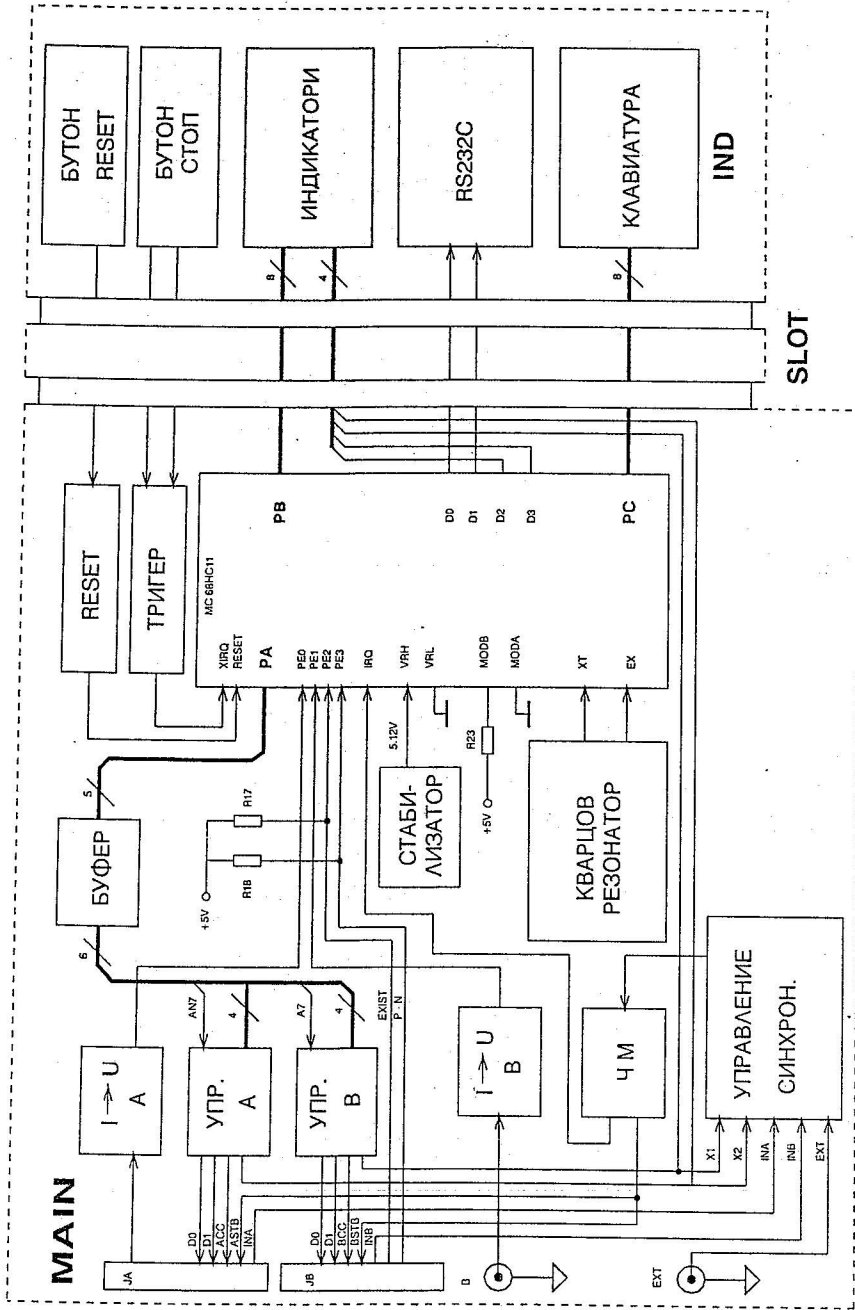
2. Блок-схема на уреда

На фиг. 1 и 2 е представена пълната блок-схема на уреда. Различаваме модулите: Глава А, Глава В, Глава С, Главен управляващ модул и Индикация и клавиатура.

Светлинният импулс попада върху фотодиода. Първичният преобразувател преобразува сигнала в напрежителен. Чрез управляващ сигнал от контролера се избира интегриращият кондензатор. От изхода на буферния усилвател се взема сигнал за управление на синхронизацията. По неговия фронт блокът "Управление на синхронизацията" стробира аналоговите памети. Вече стробираното напрежение постъпва в програмируем усилвател. Коефициентът му на усилване се управлява от контролера чрез входовете D_0 и D_1 . Последният блок от всяка входна глава е преобразувател напрежение-ток за повишаване на шумоустойчивостта на сигнала в условията на силни електромагнитни



фиг. 1



фиг.2

смущения от лазерите. Уредът автоматично разпознава наличието и вида на главата, включена към канал В, чрез резисторите "Exist" и "P-N".

В главния модул входните сигнали от двата канала постъпват в преобразуватели ток-напрежение, а оттам – във входовете на вътрешното АЦП на контролера. От неговия порт А се управляват главите на двата канала. В блока за управление на синхронизацията постъпват синхро-сигнали от двете глави и от външен източник. Активният от тях се избира чрез адресните входове X_1 и X_2 . Той управлява чакан мултивибратор, който стробира аналоговите памети и подава заявка за прекъсване при пристигане на светлинен импулс. За управление на уреда се използва едночиповият компютър MC 68HC11 на фирмата Motorola в едночипов режим. Процесорът му е 8-битов, програмно съвместим с българския CM 601. Използваме вътрешното му 8-битово АЦП. През блока "Тригер" се подава сигнал XIRQ, с което се прекратява измервателния режим и се активира режимът за промяна на условията на измерване. Блокът "RS232C" организира асинхронен последователен интерфейс от тип RS232C. Ползва се интелигентна течнокристална индикация. Тя изобразява: резултата в експоненциален вид; знака на експонентата; отношението между двата канала – само А, само В, А/В или В/А; режима на осредняване – на 1, на 10 или на 100 импулса и режима на синхронизация – вътрешна по канал А, вътрешна по В или външна. Клавиатурата е 14-бутонна. Чрез нея се задава S_{λ}^* , режимите на осредняване, синхронизация и отношение между двата канала.

3. Програмно осигуряване

Обслужващият софтуер е изграден на принципа на подпрограмните модули. Общият му обем е 1412 байта. Чрез прекъсвания от различни събития се активира необходимата подпрограма. При начално установяване се проверява наличността и вида на главата на канал В. Дефинира се любимо състояние на режимите на измерване: $S_{\lambda}^* = 1$, без осредняване, вътрешна синхронизация по канал А, минимална чувствителност. отношение А/В или само А при отсъствие на глава в канал В. Активира се подпрограма "Стоп", в която операторът може да променя S_{λ}^* и режимите на измерване. Бутонът Старт прекратява сканирането на клавиатурата и разрешава прекъсване IRQ от светлинен импулс, с което се стартира измервателният процес. Чрез бутон Стоп, подаващ XIRQ, операторът може по всяко време да прекъсне измерването за промяна на условията на измерване.

Всеки импулс генерира IRQ. Проверява се обхватът и ако е подходящ, следва AD-преобразуване и запис в оперативната памет. След натрупване на необходимите данни енергията се изчислява по предавателната характеристика в експоненциален вид. Използването на аритметика с фиксирана запетая дава възможност за получаване на 32-битова мантиса. Използваният протокол за обмен по серийния интерфейс осигурява достъп на външната процесорна система до всички резултати и константи.

III. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработеният двуканален микропроцесорен измервател на енергия на импулсно лазерно лъчение е със значително подобрени параметри и увеличени възможности благодарение на процесорното управление. Уредът е приложим в учебни, научно-изследователски, заводски и други лаборатории за измерване на енергия на импулсно лазерно лъчение, включително и при разпространението му в оптични влакна. Модулната му конструкция дава възможност за смяна на входните преобразователни глави. Възможностите на уреда могат да се разширят с глави за измерване на мощност, степен на поляризация, както и глави, монтиращи се в самия лазер и такива с куплирано оптично влакно към фотодиода. Тези бъдещи възможности осигуряват на уреда непрекъсната актуалност.

IV. ЛИТЕРАТУРА

1. Динев, Ст. Лазерите в модерните технологии. "Алфа", София, 1993.
2. Измерител на енергия RJ 1400, САЩ, 1984.
3. Измерител на енергия на излъчване "Фотрон - 200" - катедра "Квантова електроника", СУ, 1988.
4. Photonics, may 1993, p. 177.
5. Motorola, MC 68HC11 Reference Manual, 1989.

TWOBAND MICROPROCESSOR MEASURE INSTRUMENT OF IMPULSE LASER RADIATION ENERGY

RATCHO MARINOV IVANOV
DOBROMIR VASILEV PALAZOV *
ROUMEN TENEV KORTENSKY

Technical University – Sofia – 1156, BULGARIA

RESUME

The development of laser techniques and technologies [1] created the necessary of modern optoelectrical measure instruments. The older types [2,3] of such devices are digital without processor control. There is a portable meter of laser energy in free generation laser regime proposed in [4].

The instrument developed in this study measures the energy of impulse laser radiation as well in a Q-modulation regime as in a free generation laser regime. Processor control has been applied on the base of the single-chip microcomputer MC 68HC11 [5]. This leads to extension of the options, decrease of the dimensions increasing the reliability and accuracy and makes easier the work with the device. It is secured with the necessary assembler software. The presence of interface RS 232C also makes it applicable in sophisticated measure systems.

The operating spectral range of the instrument is $\lambda = 400 \div 1100$ nm. The most popular impulse lasers work in this range. The maximum impulse repetition frequency is 20 Hz. The synchronization can be external or internal. The instrument measure energy from 10 pJ to 10 mJ. This range is divided into 9 decades. The processor automatically chooses the appropriate range. The option for averages from 10 or 100 consecutive impulses is provided. Ratio measurement between the energies of the two channels is another option. The instrument has three input transforming heads. The heads A and B use for primary sensor PIN-photodiode and head C has a piezoelectric sensor. Head C is used for measurement of energies from 10 μ J to 10 mJ. Head A is plugged into channel A and head B or C is plugged into channel B.

The instrument is applicable in school, research, industrial and other laboratories for measurement of impulse laser radiation energy, including the radiation diffusing in optic fibers.

REFERENCES

1. Dinev, St., Lasers in the modern technologies. „Alpha“, Sofia, 1993.
2. Energy measuring device RJ 1400, USA, 1984.
3. Radiation energy measuring device „Photon – 200“, „Quantum electronics“ Dept., Sofia University, 1988.