

ЕДНА ВЪЗМОЖНОСТ ЗА КОНТРОЛ И ИЗМЕРВАНЕ ТЕМПЕРАТУРАТА НА ЕЛЕМЕНТИ ПОД ВИСОКО НАПРЕЖЕНИЕ С ПРИЛОЖЕНИЕ НА ВЛАКНЕСТО-ОПТИЧНА СИСТЕМА

доц. ктн. инж. Стефан Т. Барудов

проф. дтн. инж. Димитър Ив. Димитров

Приложението на влакнесто-оптичните системи за контрол и измерване на неелектрични величини, включително и температура е подходящо с цел намаляване влиянието от външни електромагнитни въздействия при галванично разделяне на мястото, в което се извършва измерването и мястото, в което се регистрира измерваната величина [1, 2]. Такива са случаите за работа на съоръженията при високо напрежение.

Целта на изследването е да се предложи схемно изпълнение, което позволява, поради намалена консумация, захранването на част от измерителната схема предавателната част на измерителната система, намираща се под висок потенциал) да се извършва от автономен източник, като се постига линейност между измерваната температура и изходната величина.

Структурната схема на измерителната система е предложена на фигура 1. Участващите блокове са: 1 - температурен датчик, 2 - преобразувател температура - ток, 3 - преобразувател ток - честота, 4 - лазерен диод, 5 - световод, 6 - фотоприемник, 7 - формирова тел на импулси, 8 - индикатор на температурата. Блокове 1, 2, 3 и 4 формират предавателя в измерителната система, намиращ се под висок потенциал, а блокове 6, 7 и 8 - приемник, разположен от страна на ниско напрежение.

Температурният датчик може да бъде изпълнен от терморезистор и (медни или платинови) полупроводникови терморезистори; полупроводникови диоди и транзистори с температурна зависимост на отделни величини, например обратните токове на $p-n$ прехода, напрежението на диода, напрежението на емитерния $p-n$ преход в права посока и коефициента на усилване по ток на транзисторите. Линейната зависимост на напрежението на емитерния преход от температурата, когато през прехода протича постоянен ток, при това при достатъчна чувствителност (2,2 до $2,7 \text{ mV}/^{\circ}\text{C}$) дават основание полупроводниковите преходи в тези случаи да бъдат използвани като температурни датчици.

Примерното изпълнение на предавателя е представено на фиг. 2. Неговото функционално действие е в съответствие с поставената цел.

VT_1 е в режим на генератор на ток, определен от R_1 , R_2 и VD_1 . Сигналят на термодатчика се усилва от OY_1 , като големината на напрежението U_1 в изхода му се определя от R_3 и R_5 , съответно за най-ниската и най-високата измервана температура. Чрез VT_2 се постига съгласуване на мощността, изисквана от следващите стъпала. VT_3 е в режим на източник на ток като преобразува температурно зависимото напрежение U_1 в ток, с който линейно се зарежда кондензатор C_1 . Напрежението му U_{C_1} се подава на входа на компаратор OY_2 . При достигането му до определена големина през ключов елемент VT_6 се задейства чакащ мултивибратор. Последният е изпълнен с таймер 555. Той определя времето за включено състояние на лазерния диод VD_2 и чрез ключовия транзистор VT_4 разрежда кондензатор C_1 . По този начин честотата на следване на светлинните импулси с постоянна продължителност е пропорционална на температурата. Тази пропорционалност може да се представи, като се има предвид, че напрежението U_{BE} линейно намалява с нарастване на температурата, т.е.:

$$U_{BE} = A_1 - A_2 T \quad (1)$$

За конкретен тип транзистор, в случая 2Т 3167, константите A_1 и A_2 са: $A_1 = 250 \text{ mV}$, $A_2 = 2,66 \text{ mV}/^\circ\text{C}$.

Напрежението U_1 се представя:

$$U_1 = K_1 (U_{R_3} - U_{BE} - U_{R_2}) = K_1 (A_1^* + A_2 T) \quad (2)$$

K_1 е коефициент на усилване на OY_1 , A_1 е:

$$A_1^* = U_{R_3} - U_{R_2} - A_1$$

Честотата на следване на светлинните импулси е:

$$f = \frac{U_1 - U_{BEVT_2} - U_{BEVT_3}}{U_{C_1} \cdot C_1 R_B} \quad (3)$$

В ур.(3) напрежението U_{C_1} е постоянно. При изпълнено условие според ур.(4), ур.(3) придобива вида на ур.(5):

$$K_1 A_1^* - U_{BEVT_2} - U_{BEVT_3} = 0 \quad (4)$$

$$f = \frac{K_1 A_2 T}{U_{C_1} \cdot C_1 R_B} \quad (5)$$

Ур.(5) показва, че честотата е линейна функция на температурата. Следователно съществуват условия за компенсация при предложени

вариант на схемно решение.

Функционалното действие на предавателя е илюстрирано с времедиаграмите на фигура 3.а.

На фигура 4 за $U_{C1} = 6V$, $C_1 = 33 \mu F$, $R_B = 7,2 k\Omega$ са посочени $f = f(T)$ и средното токово натоварване $I_{VD2} = f(T)$ през VD_2 . С прекъснатата линия са представени резултати от експеримент

На фигура 5 е представен вариант на оптичен приемник, чието действие е илюстрирано с времедиаграмите на фигура 3.б.

Приемникът е разработен с VT_1 , работещ във фотодиоден режим като OU_1 усилва получения сигнал. VT_2 съгласува последния по мощност със следващите стъпала. Формирането на изходните импулси t_n е осъществено с чакащ мултивибратор, разработен с таймер 555. Продължителността на импулсите е определена от максималната честота на работа на преобразувателя. Напрежението на индикаторното устройство U_t може да се представи:

$$U_t = K_2 \frac{t_n}{T} U_0 = K_2 t_n U_0 f = K_2 t_n U_0 \frac{K_1 K_2 T}{U_{C1} C_1 R_B} = K_3 T \quad (6)$$

Ур.(6) показва линейност в зависимостта $U_t(T)$, което е предимство на схемата.

На фигура 4 е посочено $U_t(T)$ за: $U_0 = 9V$, която зависимост е получена от експеримент.

За намаляване инерционността на схемата е препоръчително VT_1 от фигура 2 да бъде безкорпусен.

Предложеният вариант е експериментиран в условия за измерване температура на елементите при напрежение 20kV.

От проведените изследвания могат да бъдат направени следните

изводи:

- предложена е схема на влакнесто-оптична система за контрол и измерване температурата на елементи под високо напрежение, имаща:
- понижена консумация в предавателната част, което определя възможности за работа при захранване от автономен източник и монтаж в съоръжения високо напрежение;
- линейна зависимост на изходното напрежение от измерваната температура с възможност за компенсиране на грешката при преобразуване;
- отстранени са нелинейностите и температурната зависимост на параметрите на оптичните елементи.



схема 1

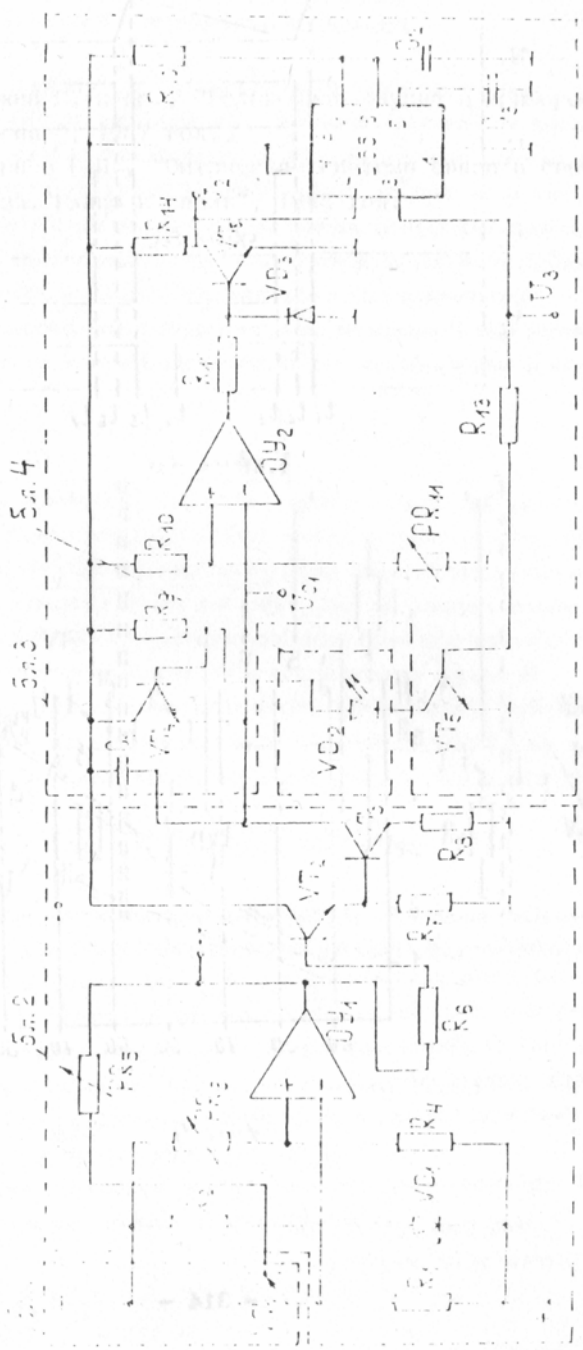


схема 2

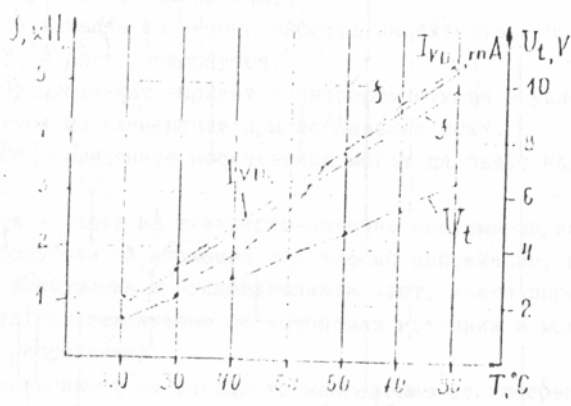
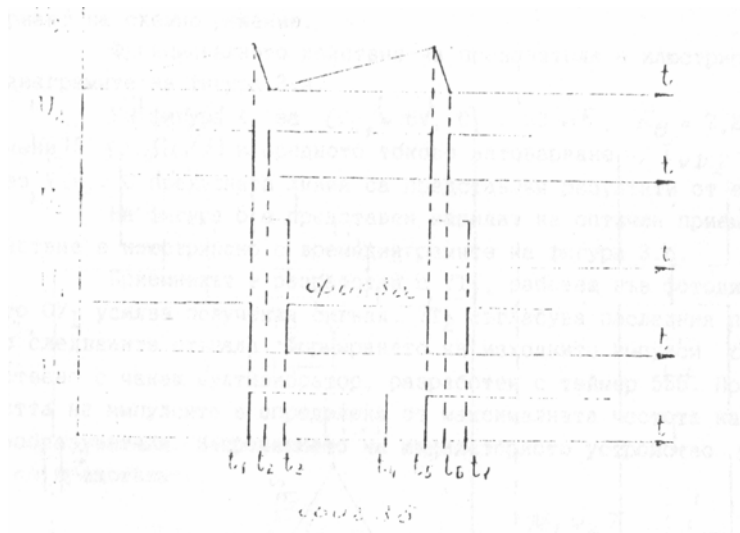


схема 11

Литература:

1. Бутусов И., Галин С. и др., "Редовизионно-оптика и приборостроение", изд. "Машиностроение", 1987 год.
2. Крылов В.А., Корнев Г.И., "Оптические системы связи и светотехнические детали", изд. "Радио и связь", 1988 год.

$$\Phi(\theta) = \frac{(\theta)_{\text{н.б.}}}{\theta_b} \tau = (\theta)_{\text{н.б.}} \tau = (\theta)_{\text{н.б.}} \Phi_2$$

Диа.Б

Диа.Г

