

## АНАЛОГО-ДИСКРЕТНО УСТРОИСТВО С ВЛАКНЕСТО-ОПТИЧНА СИСТЕМА ЗА КОНТРОЛ И ИЗМЕРВАНЕ НА ТОК

проф. д.т.н. инж. Димитър Иванов Димитров  
инж. Николин Недялков Каябашев

При преглед на класическите решения на трансформатори за контрол на токовото натоварване на вериги за ВН [1,2] се установява наличието на множество конструктивни решения в зависимост от реда на напрежението. Може да се изгради аналого-дискретно устройство използващо предимствата [3] на влакнесто-оптична система конструктивните особености, на което практически да не зависят от напрежението на контролираната верига. Структурната схема е представена на фиг.1. Участващите в схемата звена са: 1-първичен преобразувател (ПП); 2-изправител (И); 3-преоб. напрежение-честота ( $P(U/f)$ ); 4-оптичен излъчвател (ОИ); 5-оптично влакно (ОВ); 6-оптичен приемник (ОП); 7-преоб. честота-напрежение ( $P(f/U)$ ).

Целта на разработката е да се проведе изследване на предложено аналого-дискретно устройство, съдържащо оптичен канал за предаване на информацията.

Съществени звена в структурната схема, определящи до голяма степен качествените ѝ показатели са 3,4,5,6 и 7, които са обект на изследване. Функционалната схема на преобразувателя напрежение-честота (3), оптичния канал (4,5,6) и преобразувателя честота-напрежение (7) има примерно изпълнение показано на фиг.2. Схемната реализация на двата преобразувателя е изпълнена на основата на ИС 4151, а оптичният канал чрез оптронна двойка светодиод-фототранзистор тип 6Н2017.

При установена стойност на  $U_{BX}$ , ако  $U_B < U_{BX}$ , мултивибраторът М се запуска и формира импулс с постоянна продължителност. Извършва се заряд на  $C_B$  с ток  $I = const$ , при което нарастването на напрежението на  $C_B$  е също постоянно. Ако и след това условието  $U_B < U_{BX}$  продължава да се изпълнява, посоченият процес многократно се повтаря. Ако  $U_B > U_{BX}$  компаратора К преустановява работата на мултивибратор М. В този момент започва процес на разряд на  $C_B$  през  $R_B$ . Намаляването на  $U_B$  създава условие  $U_B < U_{BX}$ , при което мултивибраторът М отново

сработва и процесът се повтаря.

Времедиаграмите на развиващите се процеси са посочени на фиг.3а и фиг.3б за две различни големина на  $U_{Bx}$ , като при това  $U_{Bx_1} < U_{Bx_2}$ . Анализът на процесите показва, че при промяната на входното напрежение времето  $t_{зарCB}$  за заряд на  $C_B$ , което е времето за работа на мултивибратора, остава постоянно. Времето  $t_{разCB}$  на разряд на  $C_B$  е пропорционално на  $U_B/R_B$ , като  $R_B = const$  а процесът се установява при  $U_B = U_{Bx}$ . Изложеното показва, че времето на разряд, а оттам и честотата на преобразуване ще бъдат пропорционални на  $U_{Bx}$ . Функционалното действие изисква, с цел запазване линейна пропорционалност между честотата и  $U_{Bx}$  времето за заряд  $t_{зарCB}$  да бъде много по-малко от времето на разряд  $t_{разCB}$ .

При използване на ИС 4151 в (3) и (7) коефициентите на преобразуване  $K$  и  $K'$  са

$$K = 0,486 \frac{R_S}{R_B \cdot R_0 \cdot C_0} \left[ \frac{Hz}{V} \right] \quad (1)$$

$$K' = 2,058 \frac{R'_B \cdot R'_0 \cdot C'_0}{R'_S} \left[ \frac{V}{Hz} \right]$$

Заедно с това се изпълняват следните изисквания:

1.  $R_S \approx 14 [k\Omega]$ ;  $R_L = 51 [k\Omega]$
2.  $T_M = R_0 \cdot C_0 = 0,75 / f_{max}$ ;  $T'_M = R'_0 \cdot C'_0 = 0,75 / f_{max} [S]$
3.  $C_B = C'_B = 0,01 / f_{max} [F]$
4.  $6,8 [k\Omega] \leq R_0$ ;  $R'_0 \leq 680 [k\Omega]$

При избрана максимална работна честота  $f_{max} = 100 kHz$  при  $U_{Bx} = U_{изх} = 10V$ , определените стойности на елементите са посочени на фиг.2. Съгласно ур.(1) при така получените стойности, общият коефициент на преобразуване  $K_u$  е:

$$K_u = K \cdot K' = 0,486 \frac{R_S}{R_B \cdot R_0 \cdot C_0} \cdot 2,058 \frac{R'_B \cdot R'_0 \cdot C'_0}{R'_S}$$

$$K_u = 1 = const \quad (2)$$

В експерименталната схема ур.(2) не се изпълнява.

Резултатите от експерименталното изследване на схемата при две конкретни настройки са представени в таблица1.

Получените по експериментален път стойности на  $K_u$  се различават от теоретичната изчислена по ур.(2). Получената грешка  $\Delta K_u$  се представя:

$$\Delta K_u = \frac{U_{изх} - U_{вх}}{U_{вх}} \cdot 100 [\%] \quad (3)$$

Една от причините за възникването на грешка е влошаването на динамичните свойства на ИС 4151 при честоти близки и равни на максималната  $f_{max}$ , поради което формата на изходното напрежение в т.А (фиг.2) силно се различава от правоъгълната. Допълнително изкривяване на сигнала при тези честоти се поражда и от елементите на оптичния канал. На фиг. 4а и фиг.4б са посочени напреженията  $u_A(t)$  и  $u_C(t)$  в точките А и С при честоти съответно  $f=10\text{kHz}$  и  $f=100\text{kHz}$ .

За анализиране влиянието върху  $K_u$  се извършва експеримент, при който  $U_{вх}$  има правоъгълна форма с честота на повторение  $f_n = 10\text{Hz}$  и коефициент на запълване  $K_3 = 10, 50, 90\%$  при големини съответно 3V и 6V. Получените времодиаграми за величините са представени на фиг.5. Нарастването на сигнала на изхода  $U_{из}$  започва с известно закъснение  $t_1$ . То се определя от самият принцип на действие на преобразувателя напрежение-честота. Формата на сигнала се отличава от правоъгълната поради наличието на интегриращ елемент в изхода на преобразувателя честота-напрежение.

Проведеното изследване дава основание да се направят следните изводи.

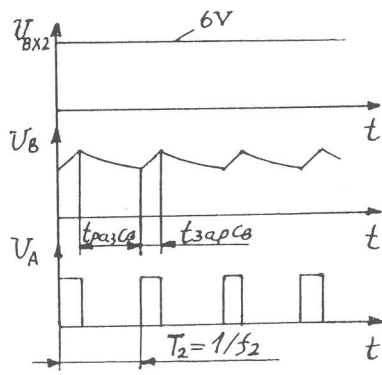
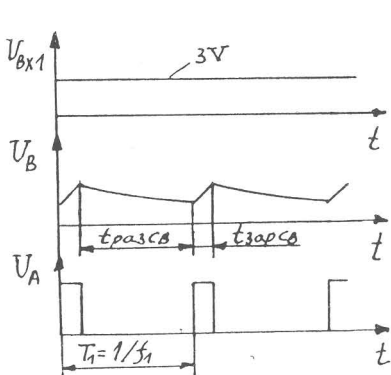
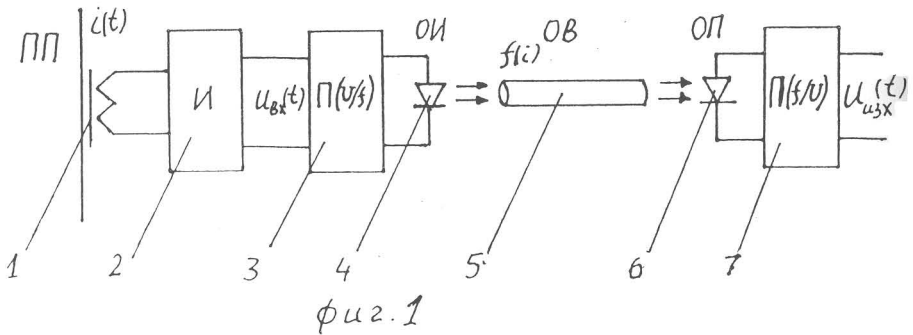
Предложена е и е изследвана схема на аналого-дискретно устройство с влакнесто-оптична система за контрол и измерване на ток. Резултатите от изследването са критерий за оразмеряване на схемата. Представеното устройство покрива изискванията [4] за работа с релейна защитна апаратура.

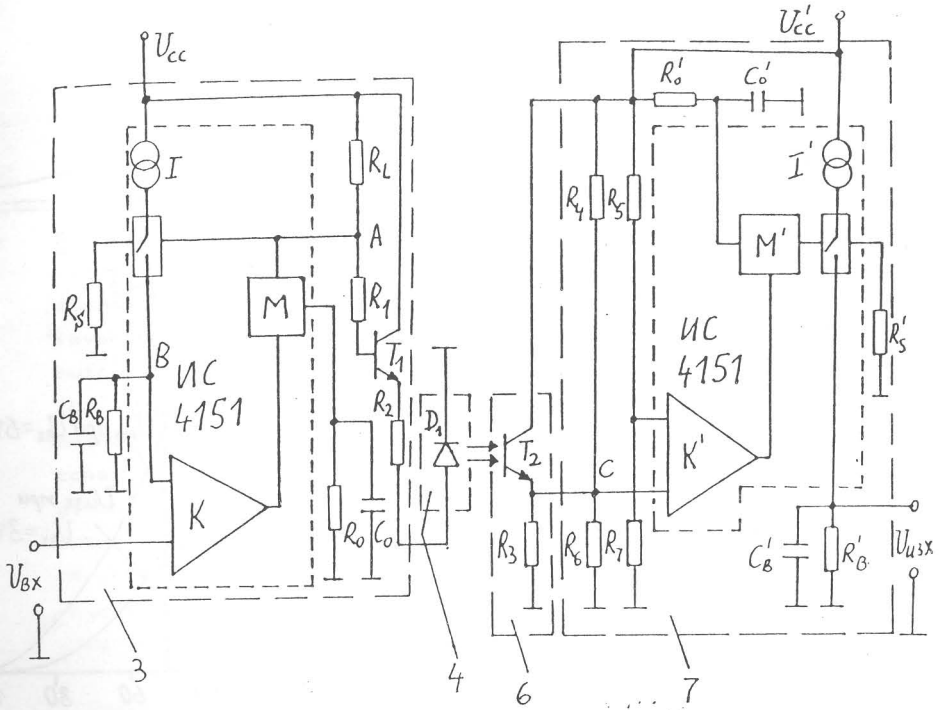
#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Афанасьев В.В., Адоньев Н.М., Жалалин Л.В., "Трансформаторы тока", Л "Энергия" 1980.
2. Казанский В.Е., "Трансформаторы тока в устройствах релейной защиты и автоматики", М "Энергия" 1978.
3. Казанский В.Е., "Измерительные преобразователи тока в релейной защите", изд."Энергоатомиздат" М 1988.
4. Дьомеланд В., "Наръчник по релейна защита", ДИ"Техника" 1981

Таблица 1

$U_{BX}$ [V]	$f_{\text{вх}} = f_{\text{вх}}$ [Hz]	$R_S = R'_S = 14 [\text{к}\Omega]$			$R_S = 12,96 [\text{к}\Omega]; R'_S = 13,39 [\text{к}\Omega]$		
		$U_{\text{вхх}}$ [V]	$K_u$	$\Delta K_u$ [%]	$U_{\text{вхх}}$ [V]	$K_u$	$\Delta K_u$ [%]
0,050	568	0,051	1,02	+2,0	0,058	1,16	+16,0
0,100	1050	0,095	0,95	-5,0	0,105	1,05	+5,0
0,200	2040	0,187	0,935	-6,5	0,212	1,06	+6,0
0,500	4990	0,457	0,914	-8,6	0,520	1,04	+4,0
1,000	9880	0,900	0,90	-10,0	1,020	1,02	+2,0
2,000	19600	1,800	0,90	-10,0	2,000	1,00	0
5,00	49400	4,20	0,84	-16,0	4,75	0,95	-5,0
10,00	100000	8,39	0,839	-16,1	9,40	0,94	-6,0





$$D_1 \text{ u } T_2 - 6H2017$$

$$T_1 - 2T3168$$

$$R_L - 5,1 \text{ k}\Omega$$

$$R_8 = R_8' - 14 \text{ k}\Omega$$

$$R_B = R_B' - 100 \text{ k}\Omega$$

$$R_0 = R_0' - 6,8 \text{ k}\Omega$$

$$R_1 - 20 \text{ k}\Omega$$

$$R_2 = R_3 - 1,1 \text{ k}\Omega$$

$$R_4 = R_6 = R_7 - 10 \text{ k}\Omega$$

$$R_5 - 8,2 \text{ k}\Omega$$

$$C_0 = C_0' - 1 \text{ nF}$$

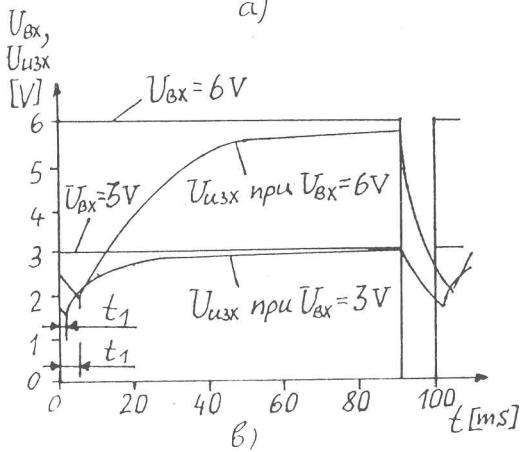
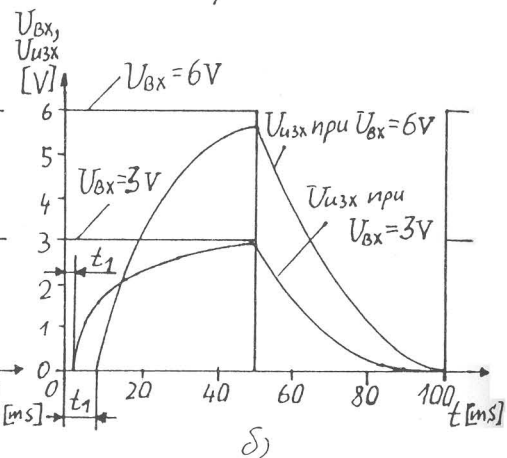
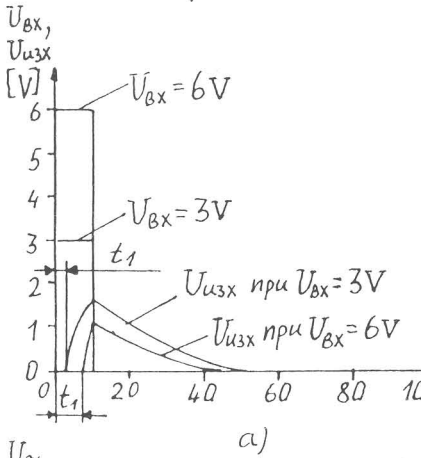
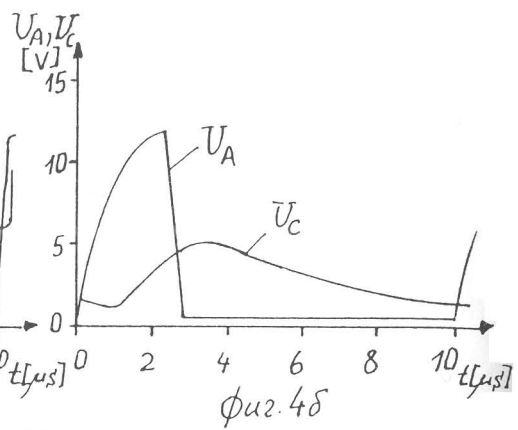
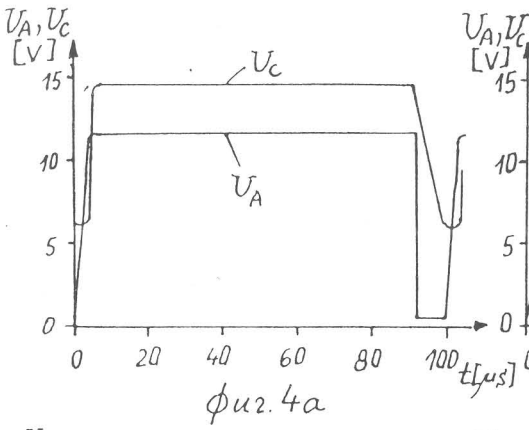
$$C_B = C_B' - 100 \text{ nF}$$

$$T_M = T_M' = 7,5 \cdot 10^{-6} \text{ s}$$

$$K = 10\,000 \text{ Hz/V}$$

$$K' = 1 \cdot 10^{-4} \text{ V/Hz}$$

$\phi u 2.2$



$\phi u 2.5$