

МЕТОД ЗА ИЗМЕРВАНЕ НА ОТНОШЕНИЕТО МЕЖДУ ДВА ВРЕМЕННИ ИНТЕРВАЛА

Атанас Василев Майналовски – ВМЕИ - Варна

Бързото и точно измерване на отношението между два временни интервала намира редица приложения в електрониката, автоматиката и други области на техниката.

Измерването на коефициента на запълване на импулсна поредеца, измерването на фазова разлика между две електрически величини, измерването на обороти и много други измервания се свеждат до определяне на отношението t_i/T .

Основните изисквания към тези измервания са: точността на измерваната величина; отчитането на измервана величина в съответните единици и времето за което се получава резултатът.

Известни са голямо разнообразие на цифрови методи за измерване на фазови разлики, които се разделят главно на два вида – моментни и интегрални. Моментните методи се характеризират с това, че точността на измерване е сравнително ниска и се изиска допълнително преизчисление на резултата за получаване на измерваната величина в съответната измервателна единица. Интегралните се характеризират с по-голяма точност, но изискват по-дълго време на измерване. При тези методи резултатът от измерването може да се получи непосредствено в съответната измервателна единица.

В статията е предложен метод за измерване на отношението $K t_i/T$, които позволява измерването да се извърши за два периода на измервания сигнал (2T), като резултатът се отчита непосредствено в съответната измервателна единица.

СЪЩНОСТ НА МЕТОДА

Основното уравнение за измерване на отношението на два временни интервала се задава с формулата:

$$N = K \frac{t_i}{T} , \quad (1)$$

където: N – стойност на измерваната величина;

K – коефициент на пропорционалност;

t_i/T – временно съотношение ($t_i < T$);

T – период на повторение на сигнала.

Умножава се и се разделя уравнение (1) с F_0 :

$$N = K \frac{t_i F_0}{T F_0} , \quad (2)$$

където: F_0 – еталонна честота.

$$\text{Полага се: } N_T = T F_0 . \quad (3)$$

Тогава уравнение (2) се записва в вида:

$$N = t_i \frac{K F_0}{N_T} , \quad (4)$$

където: $K F_0 = F_g$ – честота K – пъти по-голяма от еталонната F_0 ;

N_T – цифров код пропорционален на периода T .

Полага се: $F_t = K \cdot F_o / N_T$. (5)

Замества се (5) в (4) и окончателно се записва:

$$N = t_i \cdot F_t, \quad (6)$$

където: N – цифровият код на измерваната величина.

Формула (4) определя алгоритъма на работа на измерварелния уред. Измерването протича на два етапа. Първо се измерва временият интервал T по формула (3), след това се разделя честотата F_g на N_T (5) и накрая се определя кода на измерваната величина за време t_i по формула (6). Максималното време за измерване е два периода T на измерваната величина.

ГРЕШКА НА МЕТОДА

Номиналната грешка се задава с формулата:

$$\gamma_o = \frac{N - N_{изм}}{N_{изм}} \quad (7)$$

Нека: $t_i = t'_i + \Delta t_i$, където Δt_i – грешка от дискретизация на времения интервал t_i , и $T = T' + \Delta T$, където ΔT – грешка от дискретизацията на временния интервал T .

Тогава:

$$N = K \frac{t'_i + \Delta t_i}{T' + \Delta T} \quad (8)$$

$$и \quad N_{изм} = K \frac{t'_i}{T'}, \quad (9)$$

Замествайки (8) и (9) в (7) и след преобразуване за номиналната грешка се получава израза:

$$\gamma_o = \frac{\frac{\Delta t_i}{t'_i} - \frac{\Delta T}{T'}}{1 + \frac{\Delta T}{T'}} = \frac{\gamma_i - \gamma_T}{1 + \gamma_T} \quad (10)$$

Максималната грешка от дискретизация на периода T се определя от израза:

$$\gamma_T = \frac{1}{T' F_o}, \quad (11)$$

а максималната грешка от дискретизация на t_i се определя от израза:

$$\gamma_i = \frac{1}{t'_i F_t} = \frac{T' F_o}{t'_i K F_o} = \frac{1}{N_{изм}}. \quad (12)$$

За максималната номинална грешка окончателно се записва:

$$(\gamma_o)_m = \frac{\frac{1}{N_{изм}} - \frac{1}{T' F_o}}{1 + \frac{1}{T' F_o}}. \quad (13)$$

Изразът (13) е равен на нула при $N_{изм} = T' F_o$.

$$Ako T' F_o >> 1, \quad (14)$$

то минималната грешка зависи единствено от измерваната величина.

$$(\gamma_0)' m = \frac{1}{N_{изм}} . \quad (15)$$

Ako $T' F_o > 1$ след преобразуване на (13) се получава израза:

$$(\gamma_0)'' m = \frac{1}{N_{изм}} - \frac{1}{T' F_o} - \frac{1}{t_i' K F_o} . \quad (16)$$

От (14) следва, че за получаване на минимална грешка е необходимо еталонната честота F_o да бъде голяма ($F_o >> 1/T'$).

Абсолютната грешка се определя по формулата:

$$\Delta = N_{изм} \gamma_0 . \quad (17)$$

Относителната по формула:

$$\gamma = \gamma_0 \frac{N_{изм}}{N} , \quad (18)$$

а приведената:

$$\gamma_p = \gamma_0 \frac{N_{изм}}{L} . \quad (19)$$

където: L – максималния обхват на уреда.

В зависимост от целите за които се използва измервателния уред може да се определи и средноквадратичната грешка.

БЛОКОВА СХЕМА НА ИЗМЕРВАТЕЛНИЯ УРЕД

Блоковата схема на измервателен уред построен на базата на изведенния алгоритъм (4) е показана на фиг.1.

Първият необходим блок (1) е генератор с работна честота $F_g = K F_o$. За получаването на честотата F_o се използва делител на честота с коефициент на деление K (2).

Временият интервал T се измерва в блок (3), който преставлява брояч, на чийто броячен вход постъпват импуси с честота F_o за време T . Броячът се нулира предварително от сигнала $R1$.

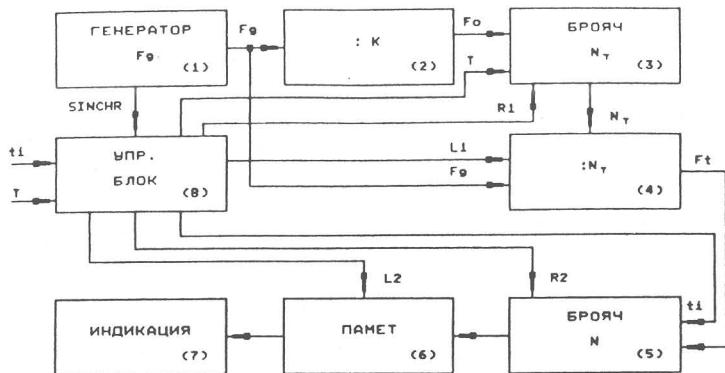
Цифровият код N_T пропорционален на периода T , получен в брояча (3) се записва паралелно в променливия делител на честотата (4), чрез сигнала $L1$. В блок (4) се извършва разделяне на честотата F_g на N_T , като в изхода му се получава честотата F_t (формула 5).

Кодът на измерваната величина N се получава в брояч (5), на чийто броячен вход постъпват импулиси с честота F_t за време t_i . Броячът (5) е двойично-десетичен и се нулира преди всяко измерване чрез сигнала $R2$.

Полученият код N се запаметява в междинна памет (6) посредством сигнала $L2$ и се индикира чрез блок цифрова индикация (7).

За формиране на управляващите сигнали е необходимо да се предвиди управляващ блок. Той трябва да съдържа T – тригер, който да формира два равни временни интервала $T_{изм}$ и $T_{инд}$. Останалите сигнали се получават от следните логически уравнения:

$$R2 = \overline{T_{изм}} \cdot \overline{t_i} ; \quad L2 = T_{изм} \cdot t_i ; \quad L1 = R2 + F_t$$



ФИГ. 1

Нулирането на брояч (3) се извършва за кратко време от сигналът R_1 , получен от отделянето на задният (предният) фронт на t_1 .

Предвидена е и възможност за синхронизация на времените интервали с честотата F_g .

В зависимост от приложението на измервателния уред е необходимо да се избере съответният коефициент на пропорционалност K , честота на генератора F_g и подходящ управляващ (входен) блок.

ЛИТЕРТУРА

1. Костов, Ж.И. Цифрови измервателни уреди, София, Тех.,1981
2. Шляндин, В.М. Цифровые Измервателные преобразователи и приборы Москва, В.школа, 1973.
3. Орнатский П.П Автоматические измерения и приборы Киев, В.школа, 1980.