

## ВИМІРЮВАЧ ЧАСТОТИ ОБЕРТАННЯ ВАЛІВ

Імовірність експериментальних досліджень динаміки поліграфічних машин залежить і від точності вимірювання частоти обертання досліджуваних механізмів. Зміна точності навіть на незначну величину в процесі запису осцилограм при наступній їх розшифровці може призвести до помилкових висновків. Особливо це стосується режимів роботи механізмів, які наближені до резонансних.

При проведенні експериментальних досліджень для вимірювання частоти обертання використовують в основному механічні, електромеханічні, електричні або стробоскопічні тахометри. Однак цим приладам властиві ті чи інші суттєві недоліки: трудомісткість процесу вимірювання, необхідність безпосередньої участі експериментатора, великі похибки вимірювання або значне розходження похибки на початку та в кінці діапазону вимірювання, суб'єктивні похибки відліку тощо.

Ми розробили іншу схему вимірювання та виготовили цифровий прилад, який успішно пройшов випробування протягом двох років. Функціональна схема приладу показана на рис. 1. Основні вузли приладу: підсилювач-формував імпульсів *П1*, дільник частоти вхідних імпульсів *ДЧ*, двійково-десятковий лічильник *ДЛ*, дешифратор *ДШ*, перемикач часових інтервалів *С*, тригер *Т*, давач *Д*, підсилювач-формував *П2*, схема збігання *СЗ*, реле часу *РЧ*, тригер Шмітта *ТШ*, ждучий мультивібратор *ЖМ* та цифровий лічильник імпульсів *ЦЛ*. Принцип роботи схеми полягає в використанні точних часових інтервалів. На рис. 2 зображені епюри вихідних напруг окремих блоків функціональної схеми. Для одержання часових інтервалів тут використовується період частоти мережі  $(50 \pm 1)$  Гц, тобто період *T* становить  $(0,02 + 0,0002)$  с.

Синусоїдальна напруга сітки подається на підсилювач-формував *П1*, а з його виходу імпульси прямокутної форми надходять на вхід двійково-десятькового лічильника через дільник частоти *ДЧ*.

Коефіцієнт дільника  $K=50$ , тому на вхід лічильника поступає неперервна послідовність імпульсів з періодом  $T=1$  с.

За допомогою перемикача *С* вхід тригера *Т* можна підключити до одного з виходів дешифратора *ДШ*, змінюючи тим самим

періоди проходження імпульсів від 1 до 10 с. З виходу тригера імпульси зі скважністю 2 (рис. 2) поступають на один з виходів схеми збігання СЗ і на вхід реле часу РЧ блоку установки на нуль БУ лічильника ЦЛ.

Завдання цього блоку полягає в формуванні сигналу керування тривалістю 0,05...0,1 с. Для запобігання втрати інформації цей імпульс повинен закінчитись за 0,1...0,2 с до початку наступного імпульсу, який поступає з виходу тригера Т. Ці функції і виконують реле часу, тригер Шмітта і ждучий мультівібратор ЖМ. Епюри на виходах цих схем показані на рис. 2, а—г.

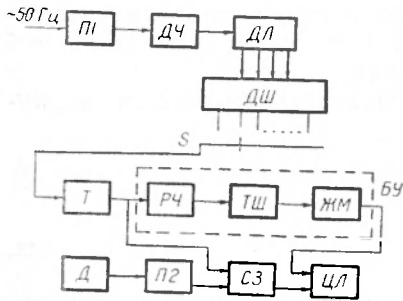


Рис. 1. Функціональна схема вимірвача частоти обертання валів.

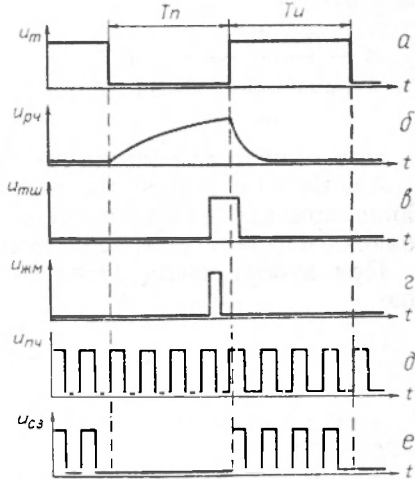


Рис. 2. Епюри напруг на виходах блоків схеми.

На досліджуваному валі закріплюється зубчасте колесо з числом зубців  $z$ . Як давач можна використати фотодіод, фоторезистор або індукційний давач. У найпростішому випадку давачем може бути поляризоване реле зі знятою контактною системою та якорем. Магнітний зазор давача розміщується в безпосередній близькості до зубців колеса, а обмотка реле підключати до входу П2.

При обертанні зубчастого колеса його зубці перетинають магнітні силові лінії постійного магніту, і в обмотці реле появляється е.р.с. Після підсилення формованого сигналу схемою П2 прямокутні імпульси (рис. 2, д) надходять на другий вхід схеми збігання і коли на її першому вході вже є сигнал «1» з тригера Т, то імпульси починають проходити на лічильник ЦЛ. Лічильник складається з чотирьох декадних лічильників на тригерах, чотирьох дешифраторів і газорозрядних цифрових індикаторів.

Приклад дає змогу вимірювати частоту обертання у діапазоні від нуля до 999 1/хв зі збереженням значення відносної похибки в цьому діапазоні вимірювання. Останнє твердження пояснюється такими міркуваннями.

Похибка часового інтервалу

$$\Delta t = \frac{t \cdot \Delta T}{T},$$

де  $T$  — період коливань струму промислової частоти, с;  $\Delta T$  — похибка періоду коливань, с;  $t$  — часовий інтервал вимірювання частоти обертання, с.

Відносну похибку вимірювання частоти обертання  $\gamma$  можна записати як

$$\gamma = \frac{n - \frac{n - (t - \Delta t)}{t}}{n} \cdot 100\% = \left(1 - \frac{t - \Delta t}{t}\right) \cdot 100\% = \frac{\Delta t}{t} \cdot 100\%, \quad (1)$$

де  $n$  — частота обертання 1/хв.

Аналізуючи цей вираз, бачимо, що відносна похибка вимірювання приладу не залежить від  $n$ , а є функцією лише відносної похибки часового інтервалу вимірювання.

При виборі числа зубчастого колеса слід керуватися формулою

$$z = \frac{60}{t \cdot k}, \quad (2)$$

де  $k$  — бажана дискретність вимірювання частоти обертання, наприклад 1,0; 0,1; 0,01.

Задаючись часом вимірювання  $t$  та значенням  $k$ , можна визначити необхідну кількість зубців колеса  $z$ . Наприклад,  $t=5$  с;  $k=0,1$ ;  $z=120$ .

У випадку використання задаючих генераторів з більшою стабільністю частоти можна суттєво підвищити точність вимірювання частоти обертання досліджуваного вала. Однак у зв'язку з тим, що будь-якому механізму властива нерівномірність ходу, відносна похибка вимірювання, яка забезпечується даною схемою ( $\pm 1\%$ ), цілком задовільна.

The figure device for measuring the rotation frequency of the press shafts are described. The device is based on integral microschemes and possesses a low constant relative error in the whole measurement range.

Стаття надійшла в редколегію 30. 01. 81