

Капацитивен датчик за ъглово преместване до 180°

гл.ас. г-р Емил Иванов Динков - ТУ, Пловдив

гл.ас. г-р Мария Георгиева Динкова - ВИХВП, Пловдив

ст.ас. Спирисон Апостолов Арнаудов - ТУ, Пловдив

Abstract

The capacitance method was used in the process design of the transduser for an angle drift of up to 180°. The transduser has an original construction and low cost. In the experiment this method of measurement gives us a relative error of less than 2%.

1. Увод

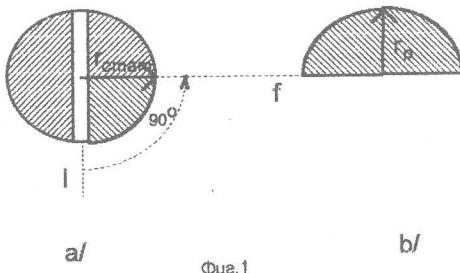
В капацитивният датчик се извършва преобразуване на измерваната неелектрична величина в капацитет по определена зависимост. За целта се използват подходящи преобразувателни схеми, чийто изходен сигнал е ток или напрежение, позволяващи преобразуване на неудобната за пряко измерване информация, носеща се от капацитета на датчика.

Капацитивните датчици с изменяема активна площ на препокриване се характеризират със своята голяма чувствителност и малки размери [1,2]. На тази основа е построено и разработено измерително устройство за ъглово преместване до 180°.

2. Датчик за ъглово преместване до 180°

Конструктивно датчикът се състои от неподвижен статор /фиг.1а/ и въртящ се ротор /фиг.1б/. Неподвижният статор е изграден от два кръгови сектора по 180°. Всеки от тях е с радиус $r_{статор} \geq 1. k$, където k е конструктивен параметър. Въртящият се

ротор е 180° кръгов сектор с размер $r_p = 1 \cdot k$. Ъгълът между линия I на статора и линия f на ротора е α /показано на фиг.1, $\alpha=90^\circ$ /.



Фиг.1

Пълният ъгъл на завъртане е 180° . Площите на препокриване на ротора спрямо двата сектора на статора се променят. При 90° на завъртане /фиг.1б/, капацитета на левия сектор на статора C_{x1} е равен на капацитета на десния сектор на статора C_{x2} , спрямо заземения ротор.

Площта на препокриване на левия сектор на статора, спрямо ротора е:

$$S_1 = \frac{\alpha^0}{360} \cdot \pi \cdot k^2 \cdot r^2 \quad /1/$$

Площта на препокриване на десния сектор спрямо ротора е:

$$S_2 = \frac{\varphi^0}{360} \cdot \pi \cdot k^2 \cdot r^2 \quad /2/$$

Тъй като геометрията на ротора е кръгов сектор от 180° , то ъгъл $\varphi^0 = 180^\circ - \alpha^0$. Ако се пренебрегне широчината на извицата между двата сектора на статора, то следва, че

$$S_1 + S_2 = \frac{\pi}{2} \cdot k^2 \cdot r^2 = \text{const.}$$

$$C_{x1} + C_{x2} = \varepsilon_0 \cdot \varepsilon_r \cdot \frac{S_1 + S_2}{d} = \text{const} \quad /3/$$

Текущата стойност на разликата между капацитета $Cx1$, спрямо $Cx2$ е в линейна зависимост от ъгъла на завъртане α , при неизменни дебелина d . Изменението на параметрите на диелектрика ϵ_r и $tg\delta$ /между статора и ротора/ не влияят върху стойността на измервания ъгъл.

3. Преобразувателна схема

Taka синтезираният датчик се свързва към преобразувателна схема, чиято принципна схема е представена на фиг.2. Схемата се състои от две чакащи мултивибратора с две времезадаващи вериги, които се стартират последователно във времето. Едната се състои от $Cx1+Co1$; $R1$ и разделителен кондензатор $Cp1$. Другата е съставена от $Cx2+Co2$; $R2$ и разделителен кондензатор $Cp2$. Разделителните кондензатори $Cp1$; $Cp2$ и $Cp3$ са със стойност на порядък по-високи от стойността на капацитетите $Cx1$ и $Cx2$. Те се поставят с цел предпазване на диелектрика на датчика от поляризация. Кондензаторите $Co1$ и $Co2$ са с нулев температурен коефициент. Мултивибраторите са изпълнени с CMOS интегрална схема 4011. Тъй като сумата от времезадаващите капацитети е постоянна, то следва, че и честотата на генерираните импулси, от двета ЧМ, е неизменна, т.е. не зависи от ъгъла на завъртане на ротора. Средната стойност на изходния сигнал Q от мултивибратора е пропорционална на ъгъла на завъртане α . Следва филтър, изграден от $R3$; $C4$, за премахване на пулсациите. Сигналът след филтъра, играещ роля на зададена стойност, се подава към неинвертиращия вход на ОУ от ИС 723. Тук се извършва сравнението му със сигнала от обратната връзка по ток /през

резистор R5/. Усилената разлика между двата сигнала управлява транзистор T1.

Схемата на свързване е двупроводна, като консумирания ток е пропорционален на ъгъль на завъртане α . Преобразувателят напрежение в ток е изпълнен така, че да компенсира влиянието на промяната на собствения консумиран ток от схемата върху сумарния изходен сигнален ток.

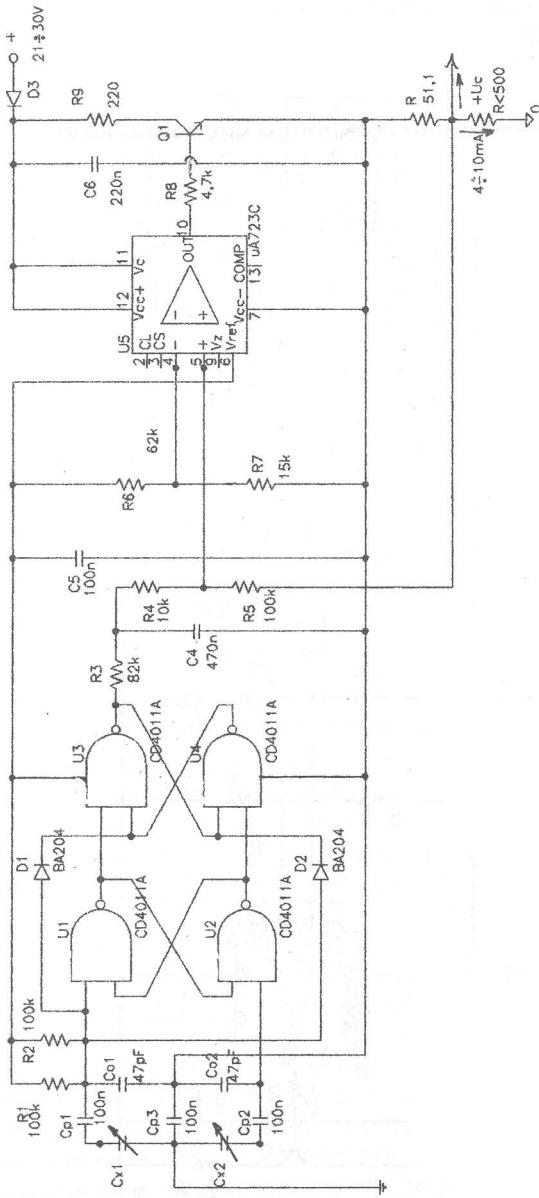
Предавателната характеристика на измервателното устройство за ъглово преместване е симетрична и то е приложимо и за двете посоки на завъртане.

4.Заключение

На база на гореизложеното е разработено измервателно устройство на капацитивен принцип, което се отличава с оригинална геометрия, позволяваща измерване на ъгли до 180° . Примеждата симетрична предавателна характеристика, т.е. позволява датчика да се прилага, както при лява, така и при дясна посока на завъртане на ротора. Измерваният ъгъл не зависи от изменението на параметрите на диелектрика. Постигнатата е ниска цена, при относително невисока точност на преобразуване на ъгъл в ток, която е под 2% от пълния обхват.

Литература:

- 1.Watmough Neal. Capacitance for 360° measurement. Measurement+Control, Vol.21, 1988
- 2.Xiujun Li, Meijer G.,G.W.de Jong, and Jo Spronck. AnAccurate Lost-Cost Capacitive Absolute Angular-Position Sensor with a Full-Circle Range,IEEE Transaction on Instrumentation and Measurement, Vol.45,No2, April 1996.



Фиг. 2

