

С 344.3 мс
К-401

+

Ким Вон Зу и Палман И.

Б2-10-6570.



ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Б2-10-6570

ДЕПОНИРОВАННАЯ ПУБЛИКАЦИЯ

Дубна 1972

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
ЛАБОРАТОРИЯ НЕЙТРОННОЙ ФИЗИКИ

БЭ-10-6570

КИМ ВОН ЗУ, И. ЛАЛМАИ

С.344.3ме
К-401

ЦИФРО — АНАЛОГОВЫЙ ФАЗОВЫЙ ДИСКРИМИНАТОР ДЛЯ
РЕГУЛИРОВКИ ПОЛОЖЕНИЯ СЕРВОМОТОРОВ ПОСТОЯННОГО
ТОКА.

Часто возникает задача регулирования положения заданных точек вращающихся систем во время вращения. Обычно импульс, характеризующий положение получается с насажденного на ось сервомотора диска раз при каждом обороте, а сигнал сравнения (или эталонный сигнал) вырабатывается генератором высокой точности. Разность фаз этих двух сигналов преобразуется в электрический сигнал — напряжение или ток — фазовыми дискриминаторами. Выходной сигнал дискриминатора — после соответствующего преобразования — управляет сервомотором для сохранения заданного значения разности фаз.

Фазовые дискриминаторы выполняют эту свою задачу обычно в двух этапах:

1. Разность фаз двух сигналов преобразуется в цифровой сигнал.
2. Цифровой сигнал преобразуется в аналоговый.

Входная величина — разность фаз — преобразуется в аналоговый сигнал непосредственно описываемым ниже фазовым дискриминатором.

На 1-м рисунке изображена блок-схема фазового дискриминатора, а на 2-м рисунке временная диаграмма его работы. Рассмотрим работу устройства на основании рисунков 1 и 2/а.

Эталонный импульс, подаваемый на входную точку $V_{\text{вх}}$ приводит в действие моностабильный мультивибратор T_A , соответствующий коллектор которого управляет пороговым контуром, включенным парал-

лельно с конденсатором C_1 . Когда моностабильный мультивибратор срабатывает, пороговый контур становится проводящим и конденсатор C_1 заряжается постоянным током через транзистор T_1 (рис.2/а U_{c1}). Ток заряда, определяемый стабилизированным напряжением питания U_B и сопротивлением базы R_B (см.рис.1) делает рост напряжения на конденсаторе C_1 практически линейным. (Ток заряда регулируется через U_B посредством потенциометра P_1). Напряжение на клеммах конденсатора C_1 растет до конца порогового сигнала T_A , а тогда пороговый контур разряжает конденсатор C_1 , который до получения моностабильным мультивибратором следующего эталонного сигнала остается в этом состоянии.

Подаваемый на вход V_{X2} отмечающий положение импульс управляет электронным ключом, который падает на короткое время импульс соответствующей полярности на точки А и Б порогового элемента, построенного из диод D_{11}, D_{14} тем самым и осуществляет управление последнего. Конденсатор C_2 на короткое время включается параллельно с конденсатором C_1 . В том случае, если отмечающее положение импульса придет внутри промежутка времени T_A (см.рис.2/а), то конденсатор C_2 сохраняет находящаяся на клеммах C_1 напряжение (U_{1c2}) вплоть до следующего периода, когда может произойти изменение напряжения конденсатора C_2 (U_{2c2}). (Одна выборка производится при каждом периоде). Напряжение C_2 подается на вход усилителя постоянного тока с большим входным сопротивлением (усилитель на транзисторе полевого управления), поэтому заряд конденсатора C_2 не претерпевает значительное изменение за время периода.

Точность сравнения зависит от величины отношения C_1/C_2 , и от времени подключения (выборки).

Пусть напряжение конденсатора C_1

$$U_{C_1} = \frac{Q}{C_1} \quad (3)$$

где: U_{C_1} - напряжение конденсатора C_1
 Q - заряд

При подключении (выборке) напряжение конденсатора C_2 :

$$U_{C_2} = \frac{Q}{C_1 + C_2} \quad (4)$$

где: U_{C_2} - напряжение конденсатора C_2
 Q - неизменный заряд

Из уравнений видно, что напряжение C_2 приближается к значению напряжения C_1 лучше, если емкость C_2 значительно меньше емкости C_1 (в уравнениях (3) и (4) Q имеет одинаковую величину). Увеличение емкости C_1 ограничивается генератором тока T_1 , а уменьшение емкости C_2 ограничивается сопротивлением порогового контура $D_{11} \div D_{14}$ в запорном направлении и входным сопротивлением усилителя постоянного тока. Длительность выборки определяется емкостью C_2 и сопротивлением диодного порогового контура $D_{11} \div D_{14}$ в пропускающем направлении.

В том случае, когда отмечающие положение импульсы прибывают всегда в одном и том же мгновении интервалов времени T_A , то система находится в фазе.

Разность фаз - при постоянном угле α - постоянна и имеет значение φ (см. рис.2/а). При этом получается постоянное выходное напряжение величины $U_{\text{вых}}$. Если управление сервомотором осуществляется в замкнутой цепи, то сервомотор вращается с постоянной угловой скоростью и фазой. Точность фазы ($\bar{\varphi} \pm \Delta \bar{\varphi}$) зависит от крутизны α напряжения U_{C_1} . С увеличением угла α (см. рис.2/б) значение $\bar{\varphi} \pm \Delta \bar{\varphi}$ уменьшается, таким

образом повышается точность фазы. Увеличение угла $\bar{\alpha}$ ограничена амплитудой и фазовой характеристиками системы регулирования, так как увеличение крутизны приведет к увеличению усиления в контуре, а последнее превысив некоторый предел, может привести к самовозбуждению системы. Изменение угла $\bar{\alpha}$ производится вручную потенциометром $\underline{П_1}$ или автоматически.

Принципиальная схема осуществленного контура изображена на рис.3. Прибывающий на вход $\underline{В_{x1}}$ эталонный импульс положительной полярности приводит в действие моностабильный мультивибратор, построенный из р-п-р транзисторов $\underline{T_1}$ и $\underline{T_2}$ (типа ГТ308Б). Транзистор $\underline{T_3}$ (типа ГТ308Б) подключенный к коллектору $\underline{T_2}$ запирается и конденсатор $\underline{C_4}$ (3 мкФ) начинает заряжаться через кремниевый п-р-п транзистор $\underline{T_4}$ (типа П70МА). Скорость заряда обеспечена базовым, а линейность роста напряжения - коллекторным током. Наибольшее значение напряжения на клеммах конденсатора $\underline{C_4}$ определяется ценеровым диодом $\underline{D_3}$ (типа Д815Б).

Контрольный сигнал - подаваемый на вход $\underline{В_{x2}}$ отрицательной полярности импульс - управляет блокинг-осциллятором, построенном на транзисторе $\underline{T_8}$ (типа ГТ308Б). Импульс, появляющийся на вторичной обмотке \underline{S} импульсного трансформатора $\underline{ТРА}$ управляет пороговым контуром, построенном из диод $\underline{D_4} \div \underline{D_7}$ (типа $\underline{KD503B}$). Импульс, появляющийся на обмотке \underline{S} имеет положительную полярность на конце $\underline{K_1}$ относительно $\underline{K_2}$ и его амплитуда больше напряжения пробоя (или ценерового напряжения) кремниевого транзистора п-р-п $\underline{T_5}$ (типа ВФУ34), включенного в качестве ценерового диода ($\geq 7\bar{B}$). Вследствие этого точка \underline{A} получит положительный, а точка \underline{B} отрицательный потенциал, а

диоды $D_{(4)} \div D_{(7)}$ становятся проводящими. В результате этих процессов $C_{(5)}$ (0,1 мкФ) заряжается до мгновенного значения напряжения конденсатора $C_{(4)}$ и этот заряд сохраняется до следующего периода. Чтобы добиться наименьшей потери заряда, необходимо использование усилителя постоянного тока с большим входным сопротивлением - усилителя с транзистором полевого управления. Усиление построенного на транзисторах $ПТ_{(1)}$ (типа КП101Д), $T_{(5)}$, $T_{(7)}$ (КТ301Ж) и $T_{(6)}$ (ГТ308Б) усилителя близко к единице. Усилитель имеет входное сопротивление больше 100 Мом, а выходное сопротивление меньше 10 ом. Скорость заряда конденсатора $C_{(4)}$ устанавливается в соответствии с положением переключателя $ПК$ - вручную ($ПК$: РУЧНОЙ) или автоматически ($ПК$: АВТОМАТ) (см.рис.1). При ручном регулировании значение угла $\bar{\alpha}$ устанавливается с помощью потенциометра $П_{(1)}$ (4 ком).

При автоматическом регулировании точки 4а и 3а замыкаются накоротко (например, с помощью переключателя), и потенциометром $П_{(4)}$ устанавливается минимальное значение тока заряда (см. рис. 2/а $\bar{\alpha}_{(1)}$, $П_{(4)} = 150$ ом). После устранения короткого замыкания между точками 4а и 3а через сопротивления $R_{(15)}$ (10 ком) и $R_{(16)}$ (8,3 ком) большой ток базы течет в транзистор $T_{(4)}$. Максимальное значение тока заряда (см. рис.2/б $\bar{\alpha}_{(2)}$) устанавливается потенциометром $П_{(3)}$ (20 ком). Конденсатор $C_{(6)}$ (1000 мкФ) обеспечивает медленный переход между $\bar{\alpha}_{(1)}$ и $\bar{\alpha}_{(2)}$, что дает возможность избежания нежелательных в замкнутой цепи колебаний.

Кем Вок Зу

И. Пашман.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.

1. F.M. Gardner, "Phase Lock Techniques" John Wiley, 1966
2. P. Williams, "A Phase-Sensitive Detector with High Noise Immunity" Scientific Instruments Vol. 3 1970
3. E.A. Taulkner, R.H.O. Stannet, "A General-Purpose Phase-Sensitive Detector" Electronic Eng. March 1964
4. R.A. Millar, "Digital Control of Shaft Speed and Position" IEEE Spectrum, January 1968

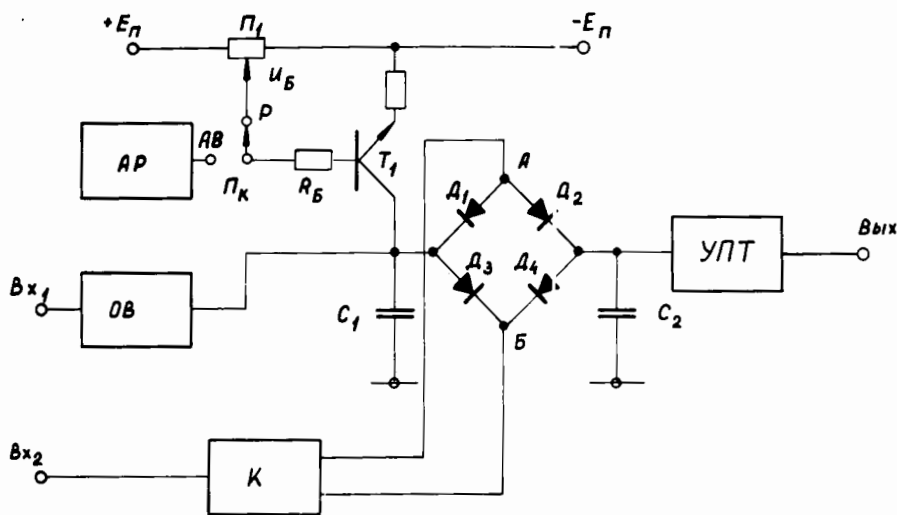


Рис. 1 Функциональная блок-схема фазового дискриминатора

- АР - автоматическое регулирование;
- ОВ - одновибратор;
- К - ключ;
- УПТ - усилитель постоянного тока.

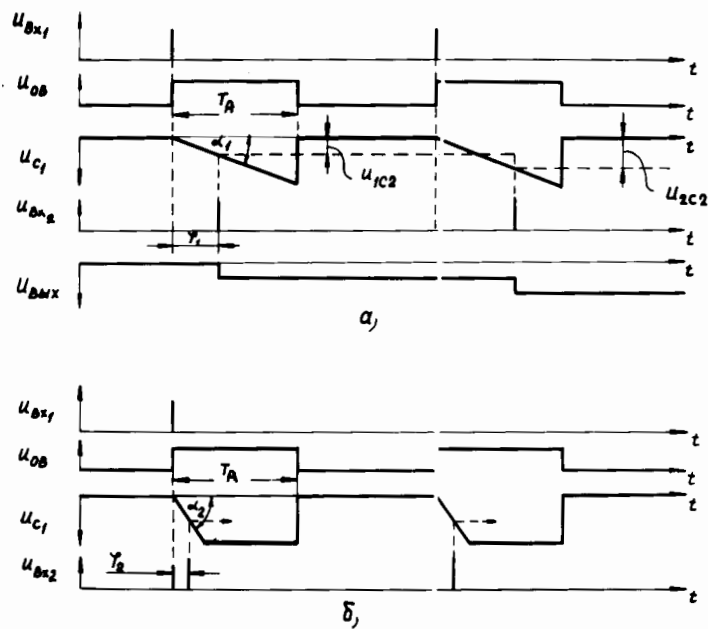


Рис. 2 Временная диаграмма фазового дискриминатора.

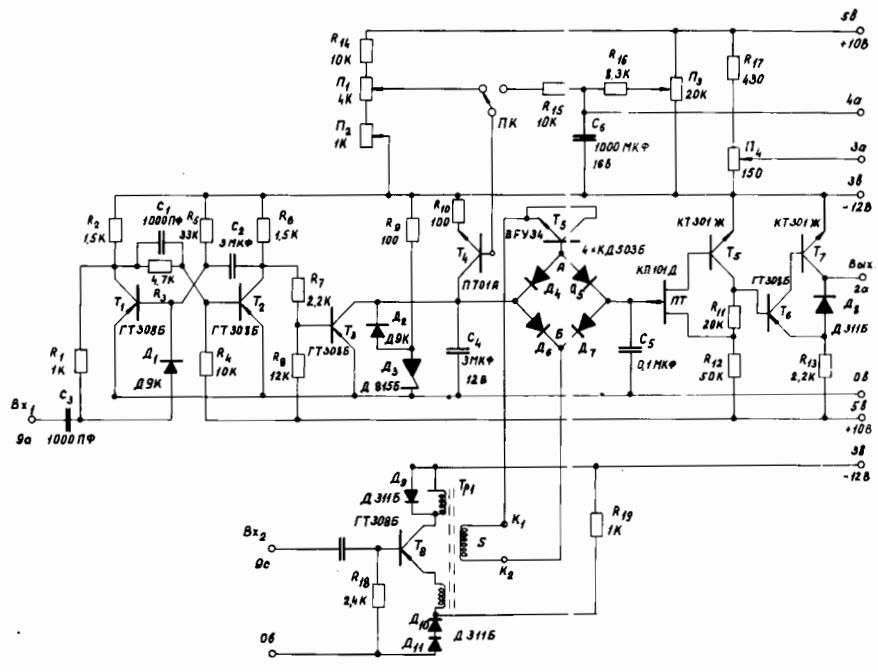


Рис. 3 Принципиальная схема фазового дискриминатора.