

## СХЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ ИМПУЛЬСОВ С ПЕРЕМЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ

А. И. ЗАЙЦЕВ. А. П. ЗАЙЦЕВ.

В различных устройствах автоматики и телемеханики, в системах импульсного управления электрическими машинами находят применение схемы формирования периодических последовательностей импульсов напряжения с регулируемыми в широких пределах параметрами. Ниже рассматриваются делители частоты повторения импульсов с переменным коэффициентом деления, схема формирования пачек импульсов и широтно-импульсный модулятор, позволяющие формировать импульсы напряжения, синхронизированные с питающим переменным на-

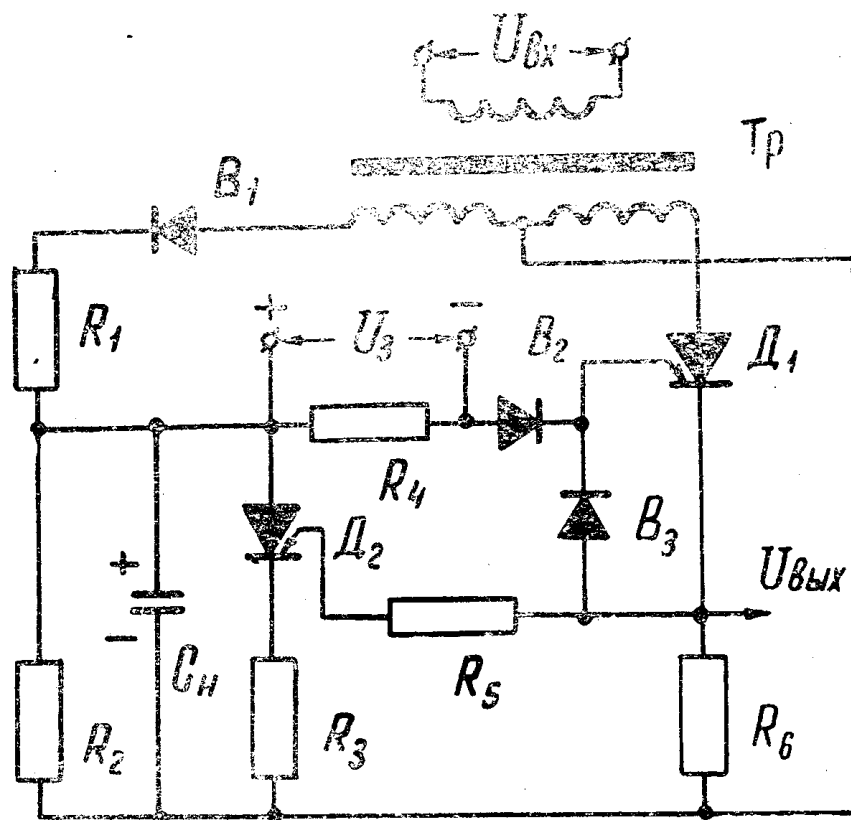


Рис. 1 Схема делителя частоты импульсов с переменным коэффициентом деления

пряжением синусоидальной или прямоугольной формы. Формирование импульсов напряжения осуществляется путем однополупериодного выпрямления и отбора заданных полувольт питающего напряжения. Применение в качестве активных элементов кремниевых управляемых вентилей позволяет выполнять схемы на различную выходную мощность (от нескольких ватт до десятков киловатт в импульсе).

На рис. 1. показан делитель частоты повторения импульсов с переменным коэффициентом деления, содержащий зарядно-разрядную цепь ( $B_1$ ,  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $C_H$ ) и два управляемых полупроводниковых ключа — кремниевые управляемые вентили  $D_1$  и  $D_2$ . При включении схемы  $C_H$  заряжается импульсами напряжения, поступающими со вторичной обмотки трансформатора  $Tr$ , а в промежутках времени между импульсами разряжается на сопротивление  $R_2$ . Напряжение на  $C_H$  нарастает

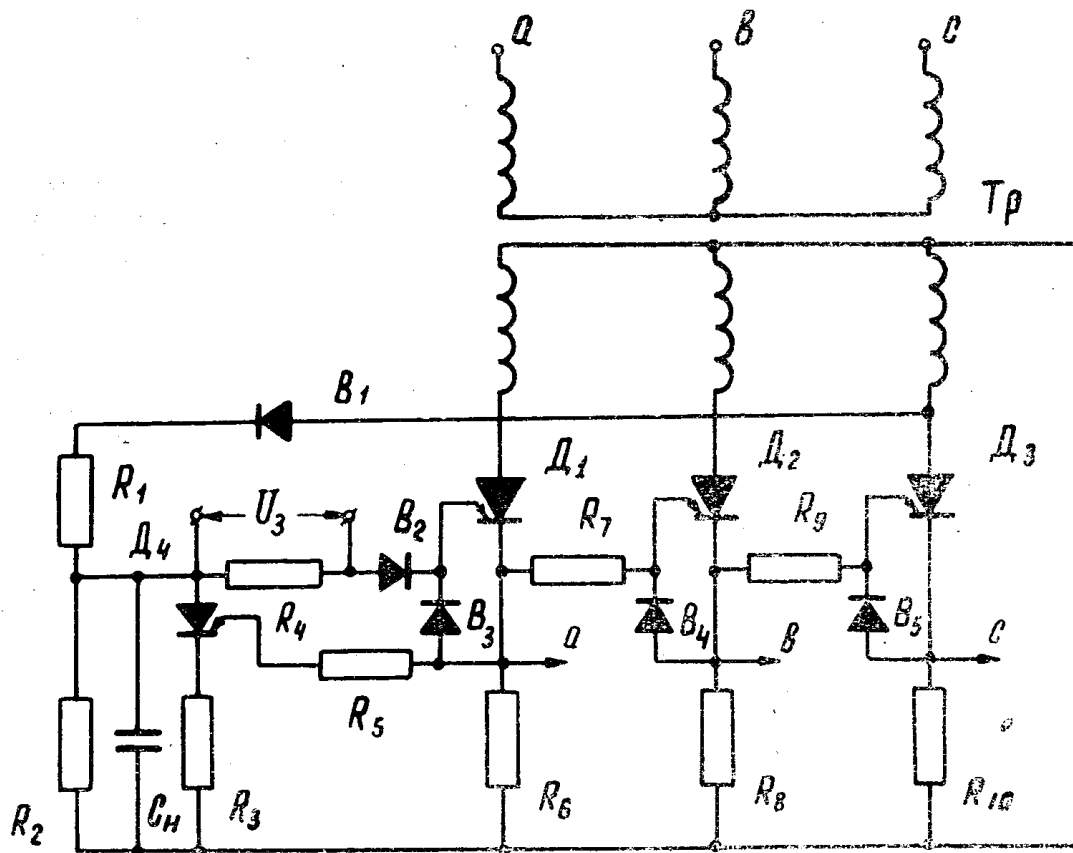


Рис. 2. Схема делителя частоты с трехфазным входным напряжением.

ступенчато и когда станет по абсолютной величине больше задающего напряжения  $U_3$ , в цепи управляющего электрода  $D_1$  возникнет ток.  $D_1$  открывается, а на сопротивлении нагрузки  $R_6$  создается импульс выходного напряжения  $U_{вых}$ , под действием которого открывается  $D_2$ .  $C_H$  в течение короткого промежутка времени разряжается через открывшийся  $D_2$  на небольшое сопротивление  $R_3$ , ограничивающее ток разряда в допустимых пределах. После окончания проводящего полупериода входного напряжения схема возвращается в исходное состояние, после чего процесс периодически повторяется. Открывание  $D_1$  всегда будет в начале проводящего полупериода напряжения, так как напряжение зарядных импульсов находится в противофазе с последним.

Изменение коэффициента деления осуществляется при помощи задающего напряжения. Диоды  $B_2$  и  $B_3$  исключают действие значительного по величине задающего напряжения на управляющий переход  $D_1$ .

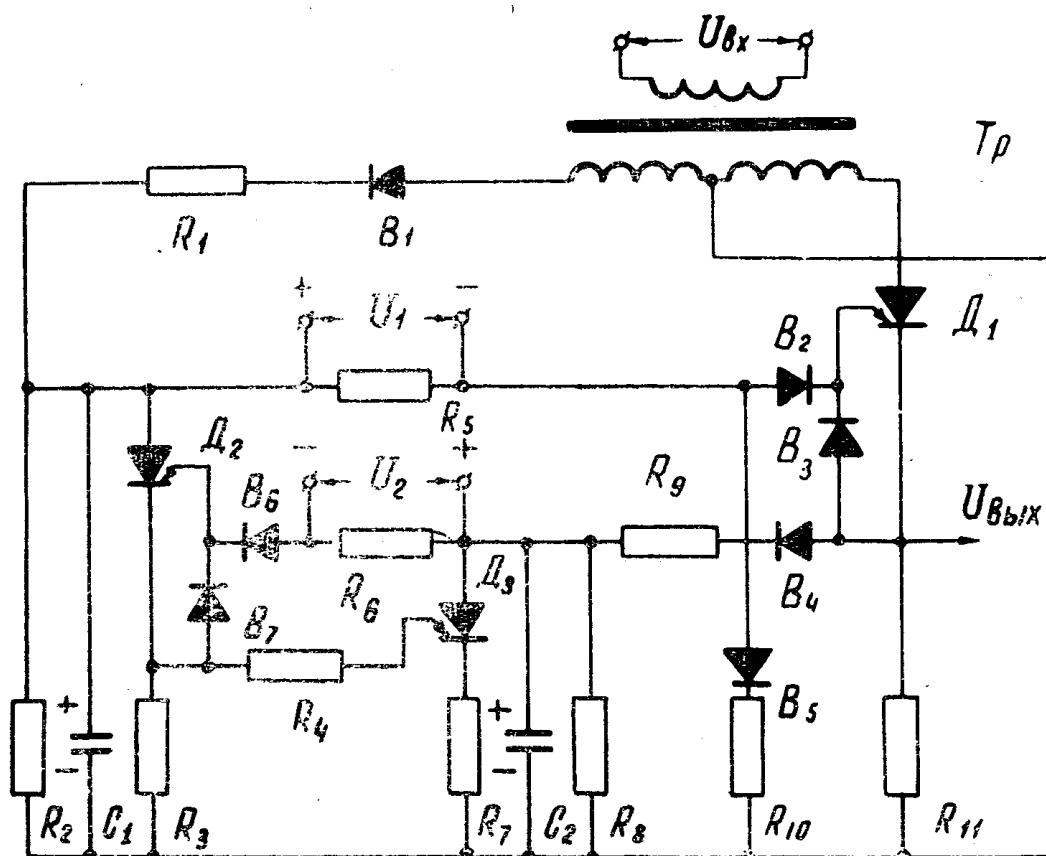


Рис. 3. Схема формирования пачек импульсов.

На рис. 2 изображена схема делителя частоты с трехфазным входным напряжением, представляющая собой сочетание рассмотренного выше делителя частоты и спусковой схемы на  $D_1$ ,  $D_2$ ,  $D_3$ . Спусковая схема обеспечивает зависимую работу управляемых вентилях. Импульс выходного напряжения в катодной цепи предыдущего управляемого вентиля является запусковым для последующего.

Если в делителе частоты ввести в цепь управляющего электрода разрядного вентиля задержанную обратную связь по выходному напряжению с регулируемой временной задержкой, осуществляемой при помощи второй зарядно-разрядной цепи, то становится возможным формировать пачки импульсов с отдельным и независимым регулированием количества импульсов в пачке и паузы между пачками. Схема формирования пачек импульсов показана на рис. 3. В отличие от предыдущих схем разрядный вентиль  $D_2$  открывается не первым выходным импульсом, а через некоторое время, определяемое величиной задающего напряжения  $U_2$  и параметрами зарядно-разрядной цепи с накопительным конденсатором  $C_2$ . В течение этого времени  $D_1$  открыт, а напряжение на  $C_1$  ограничено на определенном уровне благодаря шунтирующей цепи  $B_5 R_{10}$ .

Число импульсов в пачке регулируется при помощи задающего напряжения  $U_2$ , а длительность паузы между пачками — при помощи задающего напряжения  $U_1$ .

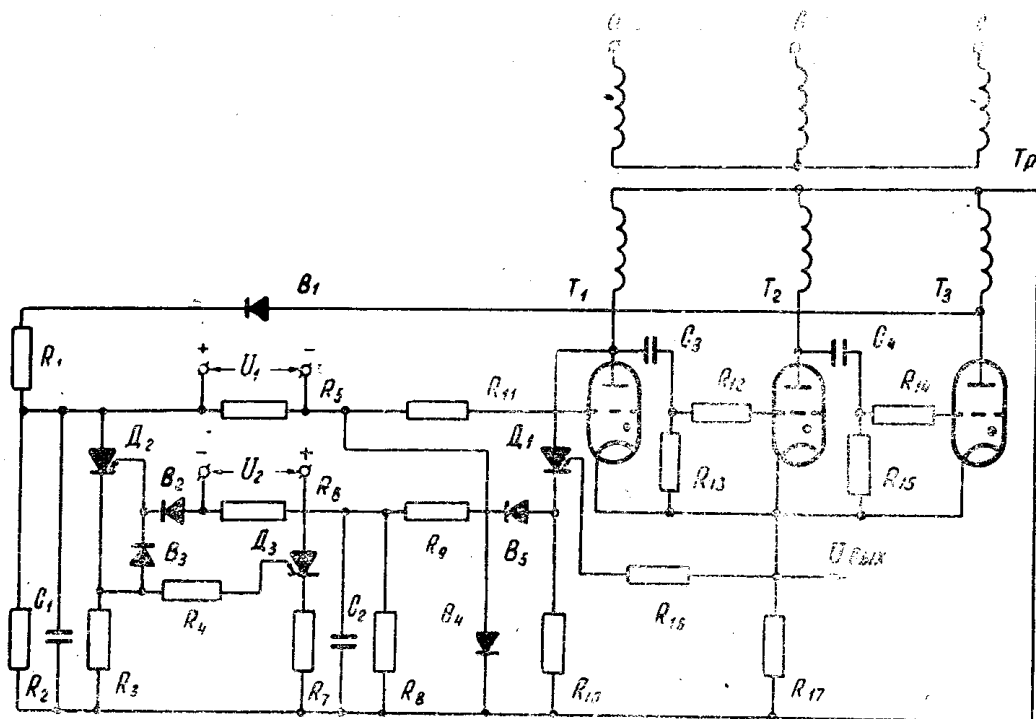
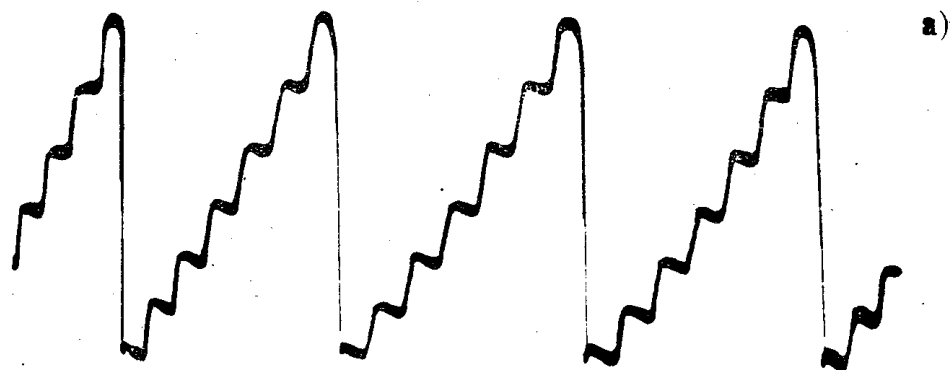


Рис. 4. Схема широтно-импульсного модулятора мощных импульсов.

На рис. 4 приведена принципиальная схема широтно-импульсного модулятора мощных импульсов с отдельным и независимым регулированием длительности импульсов и паузы. Модулятор состоит из схемы формирования пакетов импульсов и спусковой схемы на тиристорах. Особенностью схемы формирования пакетов импульсов является включение зарядно-разрядной цепи с накопительным конденсатором  $C_1$  в цепь сетки тиристора  $T_1$ . Зажигание  $T_1$  и  $D_1$  происходит одновременно благодаря их взаимному включению, пакет импульсов формируется на сопротивлении  $R_{10}$ . Фазосдвигающие RC — цепочки в цепях сеток  $T_2$  и  $T_3$  обеспечивают фазовый сдвиг на  $180^\circ$  анодных и сеточных напряжений тириستоров. В момент зажигания предыдущего тиристора RC — цепочка шунтируется и происходит зажигание последующего тиристора. Выходные импульсы формируются на сопротивлении нагрузки  $R_{17}$ . Параметры выходных импульсов регулируются при помощи задающих напряжений  $U_1$  и  $U_2$ .



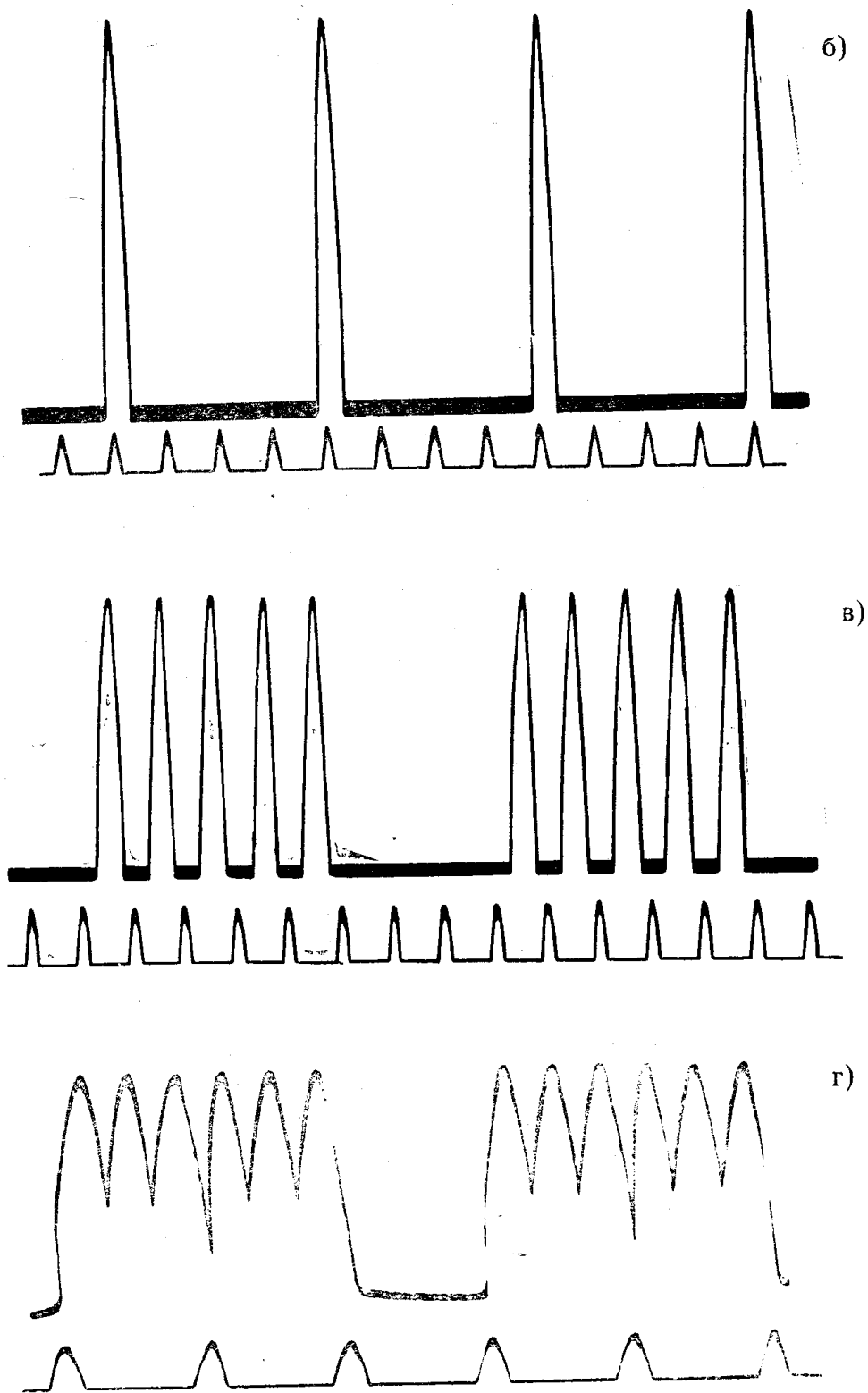


Рис. 5. Осциллограммы напряжений.

а — напряжение накопительного конденсатора делителя частоты,  
 б — выходное напряжение делителя частоты, в — выходное напряжение  
 схемы формирования пачек импульсов, г — выходное напряжение  
 широтно-импульсного модулятора

В результате анализа работы рассмотренных выше схем получено выражение

$$n = \frac{4\tau_0}{T \left[ 1,27 \frac{U_0}{U_3} - \left( 1 + 2 \frac{r}{R} \right) \right]}, \quad (1)$$

где

$n$  — коэффициент деления, число импульсов в пачке, число пропущенных импульсов (пауза),

$r, R$  — сопротивления заряда и разряда накопительного конденсатора соответственно,

$$\tau_0 = r C,$$

$C$  — емкость накопительного конденсатора,

$T$  — период входного напряжения,

$U_0$  — амплитуда напряжения зарядных импульсов,

$U_3$  — величина задающего напряжения.

Длительность паузы и импульсов выходного напряжения широтно-импульсного модулятора определяется по (1) с учетом выражения.

$$t = n T, \quad (2)$$

где  $t$  — длительность импульса или паузы.