

ДЕЛИТЕЛЬ ЧАСТОТЫ ИМПУЛЬСОВ С ПЕРЕМЕННЫМ КОЭФФИЦИЕНТОМ ДЕЛЕНИЯ

А. П. ЗАЙЦЕВ, А. И. ЗАЙЦЕВ

Предлагаемый новый способ деления частоты импульсов позволяет сравнительно просто получить импульсы напряжения или тока с регулируемой частотой повторения из переменного синусоидального напряжения нерегулируемой частоты. Большинство известных схем делителей частоты импульсов сложны, не позволяют получить большую выходную мощность в импульсе без применения дополнительных усилительных устройств, обладают ограниченным диапазоном изменения коэффициента деления частоты k . Описанная ниже схема свободна от указанных недостатков. Она позволяет деление частоты в соотношении $\frac{f}{n}$, где f — исходная частота питающего напряжения, n — любое целое число.

Плавное регулирование коэффициента деления осуществляется путем изменения постоянного задающего напряжения в цепи сетки тиратрона.

Делитель частоты представляет собой сочетание накопительной емкости с тиратронной ключевой схемой и построен на двух тиратронах (рис. 1). На анод работающего в ключевом режиме тиратрона L_2 подается от питающего источника переменное напряжение нерегулируемой частоты, а с катода снимаются импульсы напряжения или тока с регулируемой частотой. В исходном состоянии тиратрон L_2 закрыт отрицательным задающим напряжением U_3 , приложенным к сопротивлению R_2 в цепи сетки L_2 . Разрядный тиратрон L_1 , включенный параллельно накопительному конденсатору C_H , также закрыт отрицательным напряжением $U_{зар}$, приложенным к сопротивлению R_1 в цепи сетки L_1 . С момента включения схемы (подачи синусоидального напряжения $\sim U$) на накопительный конденсатор C_H поступают импульсы напряжения с сопротивления R_3 через вентиль B и зарядное сопротивление $R_{зар}$. Характер заряда и разряда конденсатора C_H определяется постоянной времени заряда $T_3 = R_{зар}C_H$ и постоянной времени разряда $T_p = R_p C_H$ и показан на рис. 2. Напряжение U_c на накопительном конденсаторе нарастает ступенчато и вычитается из задающего напряжения U_3 . Когда результирующее сеточное напряжение $U_d = U_3 - U_c$ станет равным напряжению отпирания, тиратрон

\mathcal{L}_2 зажигается (рис. 3). По сопротивлениям R_{k_1} и R_{k_2} потечет в течение одного полупериода ток, под действием которого создается на катоде \mathcal{L}_2 выходной импульс напряжения $U_{\text{вых}}$. На рис. 3 полупериоды, в течение которых тиратрон \mathcal{L}_2 проводит ток, заштрихованы. Нагрузка может быть включена вместо сопротивления R_{k_1} . Сопротивление R_{k_2} подобрано таким образом, чтобы падение напряжения

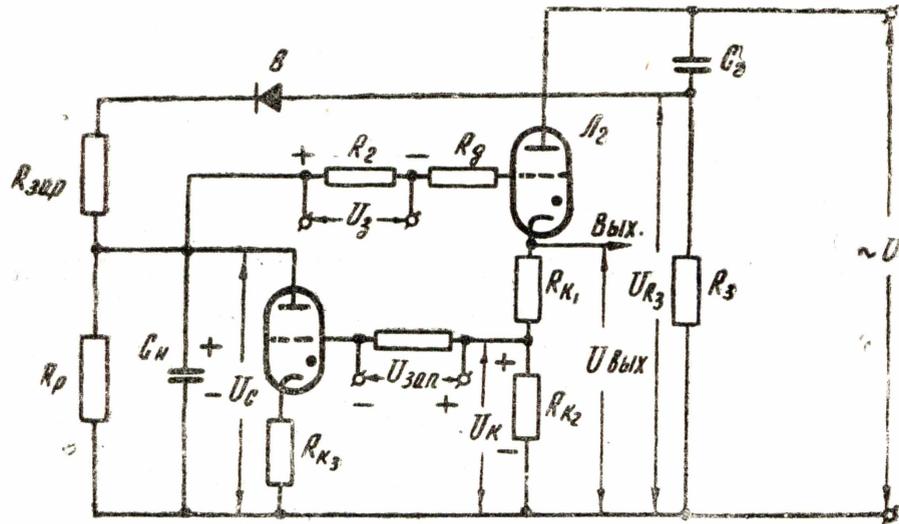


Рис. 1.

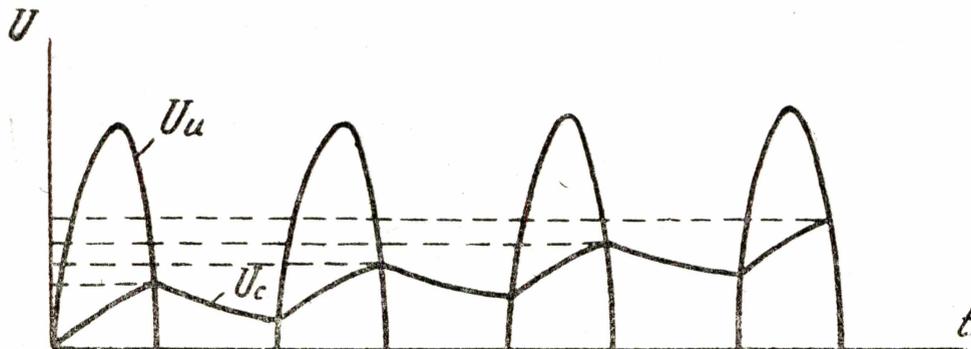


Рис. 2.

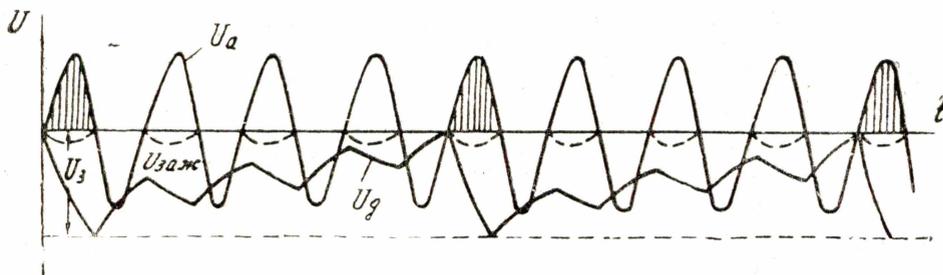


Рис. 3.

U_k на нем было равно или несколько больше напряжения $U_{\text{зап}}$. Когда проводит тиратрон \mathcal{L}_2 , в цепи сетки разрядного тиратрона \mathcal{L}_1 действует разность напряжений $U_{\text{зап}} - U_k \approx 0$. Разрядный тиратрон открывается, и накопительный конденсатор быстро разряжается через \mathcal{L}_1 и небольшое сопротивление R_{k_3} , ограничивающее ток через тиратрон

в допустимых пределах. После окончания проводящего полупериода $U_c \approx 0$, $U_k = 0$ тиратроны запираются. Накопительный конденсатор „отсчитывает“ снова заданное количество импульсов, и описанный процесс повторяется. Изменяя величину задающего напряжения U_3 , можно изменять в широких пределах количество „отсчитываемых“ импульсов, а следовательно, и их частоту повторения.

Для того, чтобы обеспечить зажигание тиратрона L_2 в начале проводящего полупериода, зарядные импульсы, подаваемые на накопительный конденсатор, должны быть сдвинуты в сторону опережения по отношению к проводящим полупериодам анодного напряжения тиратрона L_2 . Это достигается тем, что зарядные импульсы образуются путем однополупериодного выпрямления переменного напряжения U_{R_3} , сдвинутого по фазе по отношению к питающему напряжению с помощью фазосдвигающей цепочки C_2R_3 .

Диапазон изменения коэффициента деления частоты существенно зависит от амплитуды зарядных импульсов и от соотношения постоянных времени T_3 и T_p . Чем больше амплитуда зарядных импульсов и чем меньше приращение напряжения на накопительном конденсаторе за промежуток времени между двумя соседними зарядными импульсами, тем больше диапазон изменения коэффициента деления частоты.

Для обеспечения линейной зависимости коэффициента деления частоты от задающего напряжения, необходимо, чтобы постоянные времени T_3 и T_p были возможно больше, но между собой отличались незначительно.

К преимуществам описанной схемы следует отнести:

1. Достижение широкого диапазона регулирования частоты импульсов простыми средствами.
2. Получение импульсов с регулируемой частотой повторения непосредственно от источника переменного тока нерегулируемой частоты.
3. Возможность получения электрических импульсов большой мощности (порядка десятков и более киловатт) за счет применения управляемых вентилях.

Последнее обстоятельство позволяет применить данную схему в различных следящих системах с шаговыми двигателями, в системах импульсного регулирования скорости двигателей постоянного тока, а также во многих других областях, где требуется регулирование частоты повторения импульсов.

Работа делителя частоты проверена экспериментально в лаборатории кафедры ЭПП Томского политехнического института. В качестве питающего переменного напряжения бралось напряжение сети промышленной частоты. Частота повторения импульсов плавно регулировалась в пределах $0 \div 50$ гц

Поступила в редакцию
в мае 1962 г.