

НАУЧНЫЕ ЗАМЕТКИ

Ф. А. Григорян

Четырехполюсник с вентилями для получения производной огибающей переменного напряжения и регистрации скорости вращения валов машин

При разработке схемы для регистрации скорости вращения валов гидроагрегатов в узких пределах изменения этой скорости с записью на осциллограф оказалось возможным использовать предлагаемую схему, предназначенную для стабилизации синхронно-следящих систем.

Была разработана схема для получения производной от огибающей переменного напряжения, предназначенная для стабилизации синхронно-следящих систем, которая с небольшим видоизменением позволила перейти к регистрации на осциллограф скорости вращения валов машины.

Четырехполюсник с вентилями для получения производной огибающей переменного напряжения

Схемы, дифференцирующие огибающую переменного напряжения, применяются для стабилизации синхронно-следящих систем.

Кроме воздействия на сельсин-приемник некоторой величиной, пропорциональной рассогласованию, эти схемы вводят поправку и на скорость изменения рассогласования, уменьшая тем самым запаздывание в следящей системе.

Рассогласование находит отражение в изменении огибающей амплитуд переменного напряжения; следовательно для ввода поправки, зависящей от дифференциала рассогласования, необходимо иметь дифференциал огибающей.

Такие схемы делят на два класса. В схемах первого класса [1, 2, 4, 5] переменное напряжение предварительно демодулируется, т. е. пропускается через выпрямитель и фильтр. При этом получается ток, пропорциональный огибающей, который дифференцируется обычными контурами RLC, применяемыми для дифференцирования постоянного тока. Фильтр вводит запаздывание. При его выборе варьируют между допусаемым запаздыванием и шумами, пропускаемыми через фильтр.

В устройствах второго класса [1, 2, 3, 4, 5] производится непосредственное дифференцирование линейными контурами RLC без предварительной демодуляции. Эти устройства имеют малую выходную мощность и зависят от ухода несущей частоты.

В работе [6] приведено нелинейное дифференцирующее устройство, использующее вентили и индуктивность с квадратно-петлевой характеристикой сердечника.

Ток положительного полупериода намагничивает сердечник в одном направлении, не доводя до насыщения, а ток отрицательного полупериода на обратное, к концу отрицательного полупериода намагничивая сердечник до насыщения. При насыщении индуктивность перестает задерживать ток и последний появляется на выходе схемы в виде пика, пропорциональный разности площадей положительного и отрицательного полупериодов, следовательно пропорциональный производной огибающей переменного напряжения.

В лаборатории Водно-энергетического института АН Армянской ССР разработана схема, дифференцирующая огибающую синусоиды, в которой использованы вентиляльные сопротивления (купроксные и селеновые шайбы) и индуктивность без насыщающегося сердечника.

Процесс в схеме следующий: разность положительной и отрицательной площадей напряжения вызывает изменение направления тока в индуктивном сопротивлении, вентиль направляет этот ток на выход.

Соответствующая схема приведена на фиг. 1.

Для анализа схемы сначала рассмотрим отдельно индуктивность, включенной в сеть переменного напряжения. При этом

$$i = \frac{U}{z} \left[\sin(\omega t - \psi - \varphi) - \sin(\psi - \varphi) e^{-\frac{t}{\tau}} \right]$$

при

$$R = 0 \text{ и } \psi = 0 \quad i = \frac{U}{\omega L} \left[1 + \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right) \right].$$

Как видно из формулы, при включении в сеть катушки без активного сопротивления с момента, когда напряжение в сети равно нулю, ток идет только в одном направлении.

Для создания такого режима в схеме произведена компенсация действия активного сопротивления уменьшением напряжения отрицательного полупериода, при помощи сопротивлений r_1 , r_2 и вентиля a (фиг. 1, разрез 2).

Рассмотрим схему при неравенстве положительной и отрицательной площадей полупериодов синусоиды выходного напряжения (производная огибающей при этом не равна нулю). В момент t

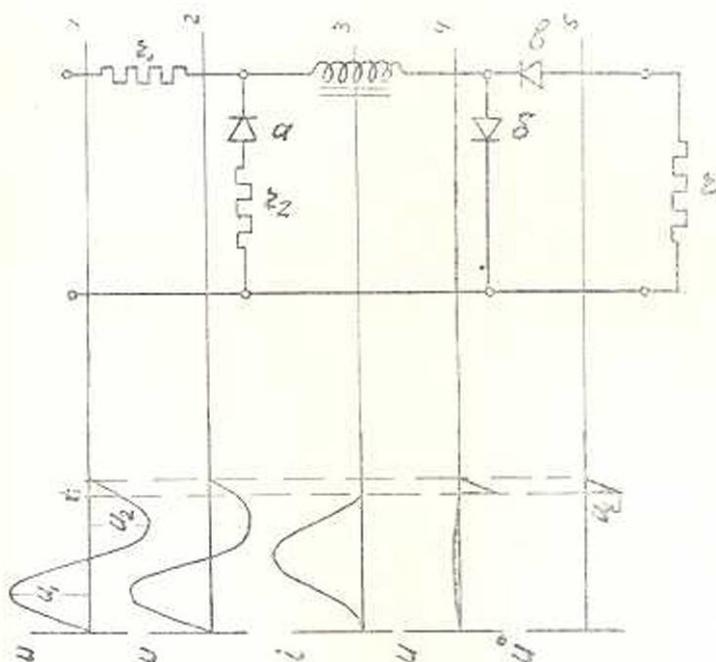
$$i = \int_0^{\frac{1}{2}} U_1 \sin \omega t dt + \int_{\frac{1}{3}}^1 U_2 \sin \omega t dt.$$

Когда ток меняет знак $t = t_1$, $i_c = 0$

$$\int_0^{t_1} U_1 \sin \omega t dt + \int_{t_1}^{T/2} U_2 \sin \omega t dt = 0,$$

откуда

$$\cos \omega t = \frac{2U_1 - U_2}{U_1}.$$



Фиг. 1. Наверху схема для получения производной огибающей переменного напряжения. Внизу — графики тока и напряжения для соответствующих сечений.

r_1 , r_2 , α — сопротивления и вентиль для компенсации активного сопротивления катушки L и вентиля β . β — вентиль задержки обратного тока, L — индуктивное сопротивление с железным сердечником, δ — вентиль задержки напряжения, образующегося на прямом направлении вентиля β .

Напряжение на входе при $t = t_1$ будет

$$U_1 = U_2 \cdot \sin \omega t_1 = 2 \sqrt{U_1} \sqrt{U_2 - U_1}. \quad (1)$$

Эта формула не учитывает неточность компенсации как прямого сопротивления вентиля, так и активного сопротивления катушки.

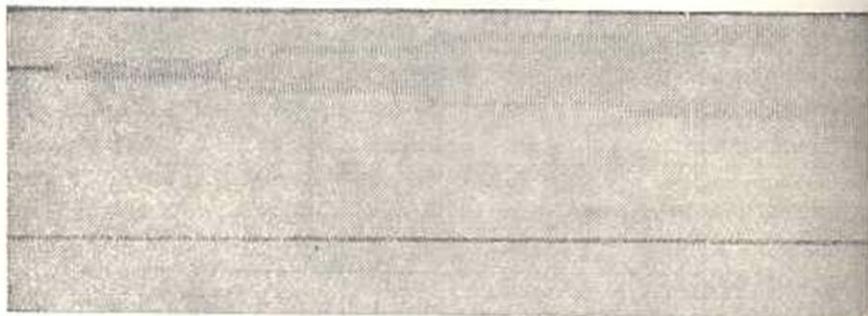
В момент t_1 , вследствие изменения направления тока, вентиль δ запирает цепь, и при достаточно большом выходном сопротивлении, т. е. при $r \gg \omega L$ напряжение U_1 появляется на выходе.

Как видно из формулы (1), при любых равных значениях U_1 и U_2

(и при полной компенсации R) $Ut_1 = 0$, т. е. Ut_1' не зависит от величины входного напряжения, когда огибающее не меняется.

На выходе появляется напряжение лишь при наличии разности амплитуд, при $U_1 \neq U_2$, т. е. схема реагирует на производную кривой, огибающей синусоиду.

На фиг. 2 приведена осциллограмма, снятая по схеме фиг. 1. Вверху входное напряжение, внизу выходной ток; этому току на фиг. 1 соответствует ток в разрезе 5.



Фиг. 2. Осциллограмма, снятая схемой, приведенной на фиг. 1.

Для записи отрицательных дифференциалов можно установить более высокий предварительный уровень пиков при помощи сопротивлений r_1 и r_2 .

Схему можно использовать и для других задач.

Приведенный четырехполюсник фактически является безинерционным предварительным фильтром постоянной слагающей напряжения. Его можно применять как фильтр при весьма больших значениях переменной слагающей, когда непосредственное применение обычных фильтров вызывает запаздывание.

Как видно из свойств схемы (фиг. 1), возможно его применение и для регистрации ускорения вала машин, если на вход четырехполюсника включить напряжение от вспомогательного генератора переменного тока, насаженного на вал исследуемой машины.

Схема для регистрации скорости вращения валов машин в узких пределах

Вышеприведенный четырехполюсник, в частности, можно применять для регистрации скорости вращения валов машин при узких пределах изменений скорости (например, 1000 ± 50 об/мин).

В схемах регистрации скорости вращения валов, использующих генератор постоянного тока, насаженный на вал, возникает ошибка из-за непостоянства сопротивлений между щетками и коллектором.

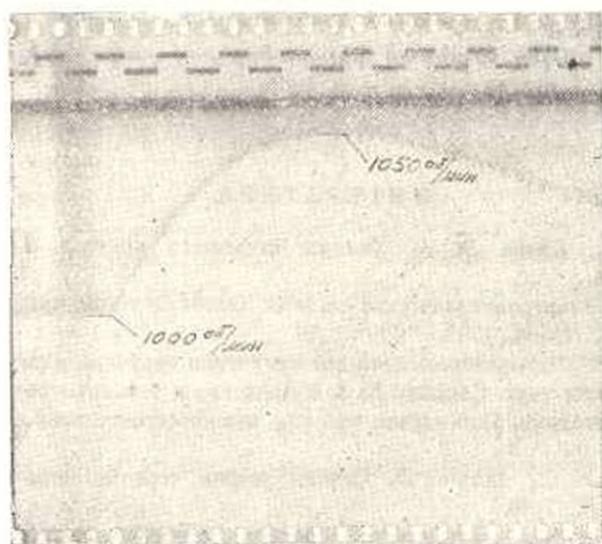
Схемы, использующие генераторы переменного напряжения с выпрямлением и фильтрацией переменного напряжения, инерционны из-за инерции фильтра, кроме того требуется постоянное напряже-

ние для включения навстречу выпрямленного напряжения с целью компенсации начального отклонения напряжения, соответствующего исходным оборотам.

В механических устройствах узость шкалы ограничена трением, люфтами.

При вводе в схему (фиг. 1) вместо сопротивления r_2 дополнительных вентиляей, разность площадей положительных и отрицательных полупериодов сильно меняется от изменения величины напряжения входа, так как прямое сопротивление вентиля a зависит от тока. При включении на вход напряжения от генератора переменного напряжения, насаженного на вал, положительные и отрицательные полупериоды компенсируют друг друга при определенной скорости вращения, обеспечивая нулевой выход. На выход схемы приключается вибратор осциллографа. Сопротивлением r_1 устанавливается нулевой выход при желаемой скорости вращения вала. При отклонении скорости от сбалансированного значения высота пика на выходе схемы меняется в зависимости от скорости вращения (нелинейность шкалы $1 \pm 3\%$).

Схемой после такого изменения можно регистрировать обороты, когда нет особо больших ускорений, так как при больших ускорениях показание будет пропорционально не только скорости, но и ускорению.



Фиг. 3. Осциллограмма изменения числа оборотов.

На фиг. 3 приведена осциллограмма скорости вращения. Первоначальной скорости соответствует 1000 об/мин , изменению скорости 50 об/мин ; вибратор с чувствительностью 1 ма/см .

Автор приносит свою благодарность А. И. Ивахненко (Инст. эл. тех. АН УССР) за весьма ценные указания по существу настоящей статьи.

Водно-энергетический институт
АН Армянской ССР

Поступило 25 VI 1955

Ֆ. 2. Գրիգորյան

ՈՒՂՂԻՉՆԵՐՈՎ ՔԱՌԱԲԵՎԵՌ՝ ՓՈՓՈԽԱԿԱՆ ԼԱՐՄԱՆ ԱԾԱՆՑՅԱԼ ՊԱՐՈՒՐԻՋԻ ՍՑԱՑՄԱՆ ԵՎ ԼԻՍԵՌԻ ՊՏՏՄԱՆ ԱՐԱԳՈՒԹՅԱՆ ԳՐԱՆՑՄԱՆ ՀԱՄԱՐ

Ա Մ Փ Ո Փ Ո Ւ Մ

Փոփոխական լարման ամանցյալի ստացման սխեմաներն օգտագործվում են սինխրոն-հետևող սխեմաների կայունացման համար:

Հոդվածում նկարագրված է նոր ամանցող սխեմա, որը մշակված է Հայկական ՍՍՌ Գիտությունների ակադեմիայի Ջրա-էներգետիկ ինստիտուտում: Այս սխեմայի սկզբնական համեմատությունը մյուս սխեմաների հետ՝ ցույց է տալիս հավանական ավելի փոքր ուշացում, ելքի մեծ հզորություն և պարզություն:

Ցույց է տրված, որ սխեմայի փոքր փոփոխման դեպքում նրանով կարելի է գրանցել լիսեռի պտտման արագությունը և նշված է, որ սխեման օգտագործելի է սրպես օժանդակ ֆիլտր, երբ սովորական ֆիլտրերի իներցիան անթույլատրելի է:

ЛИТЕРАТУРА

1. Носи́фьян А. Г., Каган Б. М. Основы следящего привода. Госэнергоиздат, М.—Л., 1954.
2. Соколов Т. Н. Электромеханические системы автоматического управления. Госэнергоиздат, Л.—М., 1952.
3. Филиппчук Е. В. Четырехполосники для получения скорости изменения сигнала на переменном токе. Сборник № 3. Устройство и элементы теории автоматизации и телемеханики. Гос. научно-тех. изд. машиностроительной литературы, М., 1952.
4. Лауер Г., Лесник С., Мадсон Л. Основы теории сервомеханизмов. Госэнергоиздат, М.—Л., 1948.
5. Корректирующие цепи в автоматике. Сборник переводов статей. Издательство иностранной литературы, Москва, 1954.
6. Scorgie D. G. Lead Networks Utilizing a Saturable Core Memory AIEE Transactions Part II, Applications and Industry. New York, 18, NY, USA. 1952.