

# ЕЩЕ ОБ УСТОЙЧИВОСТИ СИНХРОНИЗАЦИИ ПРИ ПРИЕМЕ ФАЗОВОЙ ТЕЛЕГРАФНОЙ ПЕРЕДАЧИ <sup>1)</sup>

*В. А. Котельников*

Научно-технический сборник Электротехнического института связи  
в Ленинграде. Вып. 4(20), Связьтехиздат, 1937

## ON STABILITY OF SYNCHRONIZATION BY THE RECEPTION OF PHASE-MODULATED TELEGRAPH SIGNALS

### Содержание

В статье «Об устойчивости синхронизации при приеме фазовой телеграфной передачи», помещенной в Научно-Техническом Сборнике № 15, В. И. Сифоров доказывает, что электромагнитный синхронизатор неустойчив. В настоящей заметке показывается, что введением упругой силы, напр. пружины на оси подстроечного конденсатора, можно сделать работу синхронизатора устойчивой.

### Summary

In his article «Stability of synchronization by the reception of phase-modulated telegraph signals», published in issue № 15 of this journal, Prof. W.I. Siforov proves the instability of electromagnetic synchronizing devices. In the present note, however, it is shown, that by introduction of an elastic force, such as a spring on the shaft of the tuning condenser, the operation of the synchronizing device may be stabilized.

В упомянутой статье В. И. Сифорова доказывается, что электромагнитный синхронизатор устойчиво работать не может. Однако, как легко показать, введением упругой силы, например пружины, удерживающей подстроенный конденсатор  $C$  (см. фиг. 1 упомянутой статьи), можно добиться устойчивой работы синхронизатора.

Действительно в этом случае уравнение (6) <sup>2)</sup> будет выглядеть так:

$$A\varphi - D\psi - C\frac{d\psi}{dt} = I\frac{d^2\psi}{dt^2}. \quad (6')$$

---

<sup>1)</sup> Замечание к статье В. И. Сифорова «Об устойчивости синхронизации...», опубликованной в Научно-Техническом Сборнике № 15.

<sup>2)</sup> Уравнения, обозначенные без штриха, см. упомянутую статью В. И. Сифорова.

Здесь  $D\psi$  — упругая сила пружины, удерживающей конденсатор в начальном положении; остальные обозначения те же, что и в статье В. И. Сифорова.

Подставляя вместо  $\psi$  его значение из формулы (10), получим вместо ур-ния (12) новое дифференциальное уравнение:

$$\frac{d^3\varphi}{dt^3} + \frac{C}{I} \frac{d^2\varphi}{dt^2} + \frac{D}{I} \frac{d\varphi}{dt} + \frac{AB}{I} \varphi = \frac{D}{I} (\omega_0 - \omega_1). \quad (12')$$

Это уравнение отличается от ур-ния (12) наличием члена с первой производной и правой части.

Частное решение этого уравнения очевидно будет:

$$\varphi = \frac{D}{AB} (\omega_0 - \omega_1).$$

Полное решение мы получим действуя тем же методом, что и В. И. Сифоров, оно будет:

$$\varphi = Qe^{\gamma t} + Pe^{\alpha t} \sin(\beta t + \theta) + \frac{D}{AB} (\omega_0 - \omega_1), \quad (19')$$

где  $P$ ,  $Q$  и  $\theta$  — постоянные интегрирования;  $\alpha$ ,  $\beta$  и  $\gamma$  определяются из уравнений:

$$\left. \begin{aligned} -2\alpha - \gamma &= p, \\ \alpha^2 + \beta^2 + 2\alpha\gamma &= r, \\ -\gamma(\alpha^2 + \beta^2) &= q. \end{aligned} \right\} \quad (18')$$

Эти уравнения отличаются от ур-ния (18) во второй строке, так как теперь (12') содержит член с первой производной. Здесь обозначено:

$$\frac{C}{I} = p, \quad \frac{D}{I} = r, \quad \frac{AB}{I} = q. \quad (14')$$

Из ур-ния (19') мы видим, что  $\varphi$  будет стремиться к значению:

$$\varphi = \frac{D}{AB} (\omega_0 - \omega_1) \quad (23')$$

и это значение будет устойчивым, если  $\alpha$  и  $\gamma$  будут отрицательными.

Из последней строки ур-ния (18') мы видим, что  $\gamma$  отрицательна. Из второй строки видим, что в случае, если  $r$  подобрано так, что:

$$r > \alpha^2 + \beta^2$$

(а это можно всегда сделать, увеличивая упругость пружины, т. е.  $D$ ), то  $\alpha$  тоже должно быть отрицательным. Первая строка ур-ния (18') при отрицательных значениях  $\alpha$  и  $\gamma$  так же может быть удовлетворена соответствующим выбором сил торможения, т. е.  $p$ .

Таким образом при наличии упругих сил пружины можно всегда подобрать, по крайней мере теоретически, такой режим электромагнитного синхронизатора, что он будет работать устойчиво. Особенно это становится ясным и наглядным, если положить для простоты рассмотрения момент инерции  $I$  равным нулю.

Введение пружины в синхронизатор имеет тот недостаток, что  $\varphi$  будет стремиться не к нулю, а к значению, определяемому из равенства (23'). Однако этот недостаток можно уменьшить тем, что сделать разность  $\omega_0 - \omega_1$  малой путем применения стабилизации или автоматической подстройки  $\omega_0$  под  $\omega_1$ . Последнее можно сделать путем введения конденсатора  $C'$  параллельно конденсатору  $C$  (фиг. 1 упомянутой статьи), также приводимого во вращение разностью токов ламп I и II, но не имеющего пружины. Как легко показать, это подстроечное устройство будет работать устойчиво, если оно будет двигаться много медленнее электромагнитного синхронизатора, т. е. если мы сможем принять при составлении дифференциального уравнения движения подстроечного устройства, что уравнение (23') удовлетворяется для каждого момента времени.