



Об авторах

Ольга Николаевна Глотова — асп., университет им. А. Мицкевича, Познань, Польша, e-mail: olga_rf@mail.ru

Николай Яковлевич Синявский — д-р физ.-мат. наук, проф., Балтийский федеральный университет им. И. Канта, e-mail: n_sinyavsky@mail.ru

Болеслав Ногай — д-р, проф., университет им. А. Мицкевича, Познань, Польша, e-mail: nogaj@amu.edu.pl

Authors

Olga Glotova — PhD student, A. Mickiewicz University, Poznan, Poland, e-mail: olga_rf@mail.ru

Nikolai Sinyavsky — PhD, professor, I. Kant Baltic Federal University, e-mail: n_sinyavsky@mail.ru

Boleslav Nogaj — PhD, professor, A. Mickiewicz University, Poznan, Poland, e-mail: nogaj@amu.edu.pl

33

УДК 539.143+539.183

В. Е. Пониматкин, А. А. Шпилевой, В. А. Утц

О КОНТРОЛЕ РАБОТЫ РАДИОПЕРЕДАЮЩЕЙ СИСТЕМЫ НА ИЗЛУЧЕНИЕ

На основе анализа принципов работы антенной системы на излучение разработан способ оперативной оценки аварийности, положенный в основу предлагаемого устройства. Внедрение количественной оценки эффективности работы передающей системы позволит решить проблему автоматического контроля работы радиостанций при воздействии негативных факторов.

On the basis of the analysis of principles of antennas' system work on radiation the way of their operative emergency definition taken as a principle the developed device is developed. Introduction of a quantitative estimation of transmit system efficacy, will allow to solve a problem of automatic radio stations' control under influence of negative factors.

Ключевые слова: антенна, волновое сопротивление, линия передачи, коэффициент отражения, радиостанция.

Key words: antenna, wave resistance, transmitting line, coefficient of reflection, radio station.

Известно, что работа системы связи существенно зависит от подведенной к передающей антенне мощности, а следовательно, от режима работы линии передачи [1]. Антенна представляет собой, как правило, двухпроводную линию, разомкнутую на конце, в которой создается режим как бегущих, так и стоячих волн. За счет этого в линиях передачи возникает перенапряжение, достигающее трехкратного от напря-



жения генератора значения. В результате мощность, подводимая к антенне, в среднем составляет около 20 % от мощности генератора, что является основной проблемой при работе радиостанций. Поэтому вопрос оценки режима работы линии передачи, обеспечивающей подведение мощности к излучателю, является весьма актуальным.

Обозначим основные требования к разрабатываемому устройству контроля передающей системы на предмет обеспечения ее работоспособности и предупреждения аварийности. С этой целью рассмотрим параметры фидера, нагруженного антенной. Практически всегда антенна подсоединяется к радиопередатчику не непосредственно, а через фидерную линию. При подключении к фидеру произвольного сопротивления ее входное сопротивление не будет равным входному сопротивлению антенны. Оно будет зависеть от величины и характера сопротивления антенны, длины линии, ее волнового сопротивления. Поэтому для расчета элементов настройки антенного контура передатчика или измерения параметров антенны необходимо знание входного сопротивления линии, то есть пересчета входного сопротивления антенны через линию на ее вход.

Если антенна питается фидером в виде коаксиального кабеля, то, используя сопротивление антенны $Z_A = R_A + jX_A$, волновое сопротивление кабеля W_k и коэффициент бегущей волны $K_{\text{бб}}$ можно выразить через входное сопротивление кабеля длиной l_k в виде

$$Z_k = W_k(W_k R_A + j((W_k^2 - R_A^2 - X_A^2) \sin(\kappa l_k) \cos(\kappa l_k) + W_k X_A \cos(2\kappa l_k))) \times \\ \times (W_k^2 \cos^2(\kappa l_k) + (R_A^2 + X_A^2) \sin^2(\kappa l_k) - W_k X_A \cos(2\kappa l_k))^{-1}.$$

Коэффициент бегущей волны в фидере

$$K_{\text{бб}} = (W_k^2 \cos^2(\kappa a) + (R_A^2 + X_A^2) \sin^2(\kappa a) - W_k X_A \cos(2\kappa a)) / (W_k R_A).$$

Параметр a — расстояние от конца линии до сечения, в котором сопротивление линии становится чисто активным R_3 , определяется формулой

$$\operatorname{tg}(2\kappa a) = (2W_k X_A) / (R_A^2 + X_A^2 - W_k^2). \quad (1)$$

В сечении на расстоянии a , определяемом формулой (1), активное сопротивление

$$R_3 = (W_k^2 R_A) / (W_k^2 \cos^2(\kappa a) + (R_A^2 + X_A^2) \sin^2(\kappa a) - W_k X_A \cos(2\kappa a)).$$

Волновое сопротивление кабеля $W_k = (138/\sqrt{\epsilon}) \ln(R/r)$, где ϵ — относительная диэлектрическая проницаемость материала диэлектрика (полиэтилен $\epsilon = 2,3$; при комбинированной изоляции $\epsilon = 1,1$); R — внутренний радиус внешнего проводника; r — радиус внутреннего проводника.

Связь между волновым сопротивлением фидера W_ϕ и сопротивлением антенны Z_A устанавливается через коэффициент бегущей волны $K_{\text{бб}}$:

$$W_\phi = Z_A K_{\text{бб}}. \quad (2)$$

Коэффициент отражения

$$|p| = \sqrt{[(R_A - W_\phi)^2 + X_A^2] / (R_A + W_\phi)^2 + X_A^2}. \quad (3)$$

На основе выражений (2) и (3) проанализируем возможные методики контроля работоспособности радиостанций:



1) контроль входного сопротивления антенны Z_A по выражению (2) – путем измерения коэффициента бегущей волны $K_{бв}$ и по известному значению волнового сопротивления фидера $W_{ф}$;

2) контроль Z_A по выражению (3) – путем измерения коэффициента отражения $|p|$ и по известному значению волнового сопротивления фидера $W_{ф}$;

3) контроль Z_A по выражениям (2) и (3) – путем одновременного измерения параметров коэффициента отражения $|p|$ и коэффициента бегущей волны $K_{бв}$, а также по известному значению волнового сопротивления фидера $W_{ф}$.

Таким образом, имеется возможность автоматически контролировать состояние антенной системы, регистрируя возникновение неисправностей и аварийных режимов ее работы.

Вспользуемся выражением (2) для разработки контрольного прибора. Поскольку коэффициент стоячей волны $K_{св}$ связан с $K_{бв}$ соотношением $K_{бв}=1/K_{св}$, то равенство (2) можно переписать в виде

$$W_{ф}K_{св} = Z_A. \quad (4)$$

Выражение (4) показывает, что произведение волнового сопротивления фидера на коэффициент стоячей волны есть входное сопротивление антенны. Коэффициент стоячей волны $K_{св}$ предлагается определять с помощью панорамного индикатора, принципиальная схема которого представлена ниже на рисунке.

Предлагаемая схема содержит:

- генератор качающейся частоты, собранный на транзисторе Т4;
- буферный усилитель мощности на транзисторе Т5;
- усилитель высокой частоты на транзисторах Т2 и Т3;
- амплитудный детектор на диодах Д6 и Д7;
- гибридный ответвитель – ТР2;
- блок питания в составе трансформатора ТР1, выпрямителя на диодах Д1 и Д2 и стабилизатора напряжения на транзисторе Т1.

Переменное напряжение 50 Гц от трансформатора ТР1 через переключатель А1 поступает на выход Х для синхронизации развертки по горизонтали осциллографа. Если к выходу гибридного ответвителя Т2 подключена нагрузка, то увеличится и постоянное напряжение на входе У осциллографа. Чем больше сопротивление нагрузки отличается от волнового сопротивления фидера, тем больше будет разбаланс и тем выше линия развертки. При зависящем от частоты сопротивлении нагрузки (например, антенна) на экране индикатора получим кривую $K_{св}$ в диапазоне перестройки генератора качающейся частоты. Подключая к гибриднему трансформатору поочередно резисторы разного номинала, можно оценить величину $K_{св}$.

Таким образом, панорамный индикатор $K_{св}$, представленный на рисунке, может использоваться в качестве универсального устройства контроля аварийности антенных систем при дополнительной оцифровке измеряемых данных.

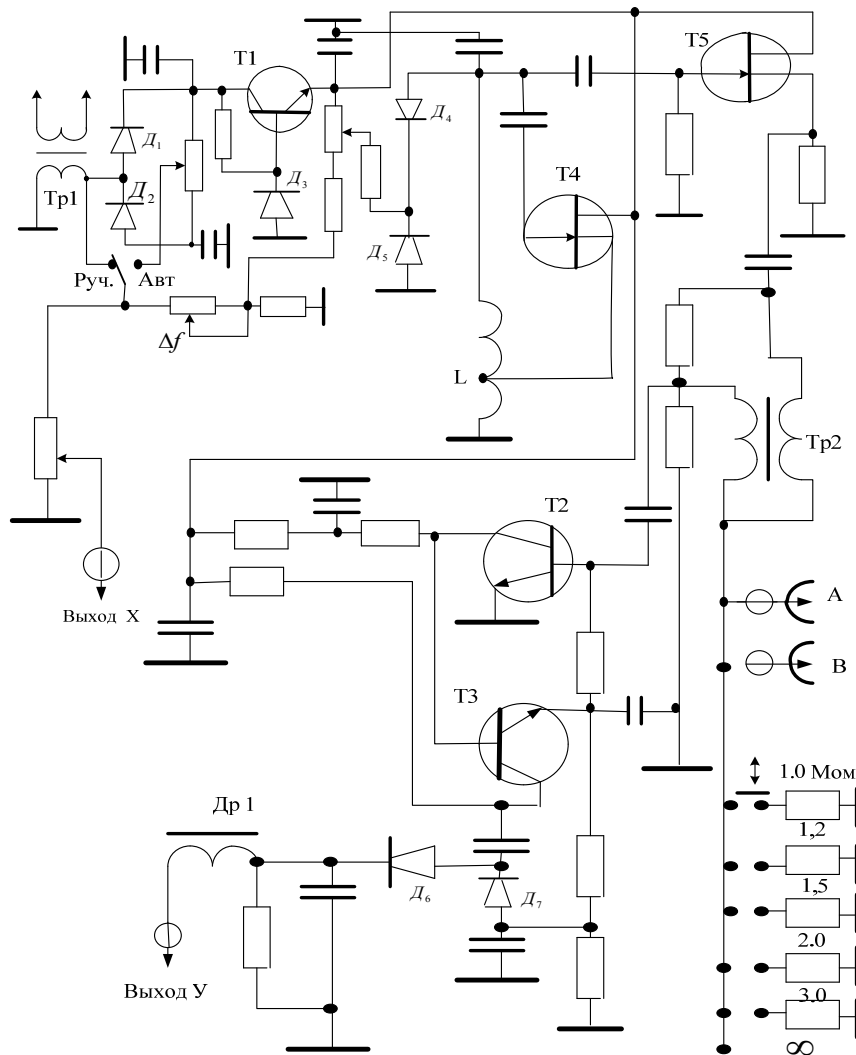


Рис. Принципиальная схема панорамного индикатора $K_{св}$

В самом деле, входное сопротивление антенны в диапазоне рабочих частот определяется по данным значений $K_{св}$ и W_{ϕ} на основе уравнения (4). При этом, зная, что сопротивление антенны имеет комплексный характер, получаем:

$$R_{A \phi x} = (W_{\phi} K_{св} (1 + tg^2(-(2\pi/\lambda)l_{\phi}))) / (K_{св} + tg^2(-(2\pi/\lambda)l_{\phi}));$$
$$X_{A \phi x} = (W_{\phi} (K_{св}^2 + tg^2(-(2\pi/\lambda)l_{\phi}))) / (K_{св}^2 + tg^2(-(2\pi/\lambda)l_{\phi})).$$

Таким образом, входное сопротивление антенны оказывается выраженным через параметры коэффициента стоячей волны в фидере $K_{св}$, волнового сопротивления фидера W_{ϕ} , неизменной длины фидера l_{ϕ} , длины волны излучаемой антенной λ и с достаточной точностью определяется. Сравнивая значения, полученные путем измерений через коэффициент стоячей волны, с контрольными цифрами, можно



однозначно судить о состоянии антенны в конкретный момент времени. При работе измерителя аварийность антенны контролируется непрерывно.

Список литературы

1. Гроднев И. И., Верник С. М. Линии связи. М., 1992.

Об авторах

Виктор Ефимович Пониматкин — канд. тех. наук, доц., Балтийский федеральный университет им. И. Канта.

Андрей Алексеевич Шпилевой — канд. физ.-мат. наук, доц., Балтийский федеральный университет им. И. Канта.

Вячеслав Альбертович Утц — асп., ассист., Балтийский федеральный университет им. И. Канта.

Authors

Victor Ponimatkin — PhD, associate professor, I. Kant Baltic Federal University.

Andrey Shpilevoy — PhD, associate professor, I. Kant Baltic Federal University.

Vyacheslav Utts — PhD student, I. Kant Baltic Federal University.

УДК 621.373.52

М. П. Савченко, О. В. Старовойтова

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ПАРАЗИТНОЙ ИНДУКТИВНОСТИ ЭМИТТЕРА БИПОЛЯРНОГО ТРАНЗИСТОРА НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЕРЕСТРАИВАЕМОГО АВТОГЕНЕРАТОРА

Представлен механизм влияния паразитной индуктивности вывода эмиттера биполярного транзистора на пределы перестройки частоты, амплитуду колебаний и отношение «шум/сигнал» автогенератора.

The purpose of the work to make clear the influence emitter bipolar transistor spurious inductance on tuning frequency range, signal amplitude and noise-signal ratio of oscillator.

Ключевые слова: автогенератор на биполярном транзисторе, пределы перестройки частоты автогенератора, отношение «шум/сигнал».

Key words: bipolar transistor oscillator, tuning frequency range oscillator, noise-signal ratio of oscillator.

Исследование выполнено методом численного эксперимента с использованием модели автогенератора (АГ) [1–5] и реализующей ее программы расчета АГ на электронно-вычислительной машине (ЭВМ).