

О.И. ПОДГАЙКО, И.В. САЛАЙ, В.А. ТОВСТЫЙ,
П.И. ЧЕРЕДНИКОВ, канд. техн. наук

УСТРОЙСТВО ДЛЯ СНЯТИЯ ХАРАКТЕРИСТИК И ПАРАМЕТРОВ ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ ЗОННОЙ СИСТЕМЫ

Анализ процессов, происходящих в нелинейно-параметрических системах, имеет важное значение ввиду того, что характеристики всех материалов отклоняются от линейных приближений. Это особенно заметно при сильных энергетических воздействиях.

Рассмотрим проблему изготовления эффективных средств анализа резонансных нелинейно-параметрических систем (РНПС), какowymi, например, являются колебательные контуры, подверженные модуляции энергоемкого параметра — индуктивности или емкости. Схематически такую систему можно изобразить в виде рис. 1, на котором через $P_{\text{внеш}}$ обозначено внешнее модулирующее воздействие. В соответствии со схемой модуляция параметра осуществляется суперпозицией внешнего воздействия и внутренней энергии $P_{\text{внут}}$. Такую структуру модуляции параметра имеют практически все нелинейные параметрические колебательные системы. Через $f(P)$ условно обозначена зависимость какого-либо параметра от модулирующей энергии P , через F — некоторый набор функций, остающихся линейными при действующих энергиях P .

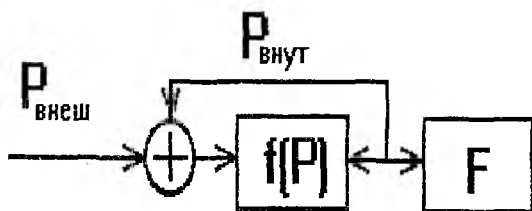


Рис. 1

Наиболее удобен для анализа электрических колебательных контур, изображенный на рис. 2. Учитывая аналогию физических процессов, происходящих во всех РНПС, можно использовать получаемые результаты и в других областях науки [1]. В радиотехнике схема, показанная на рис. 2, называется параметроном.

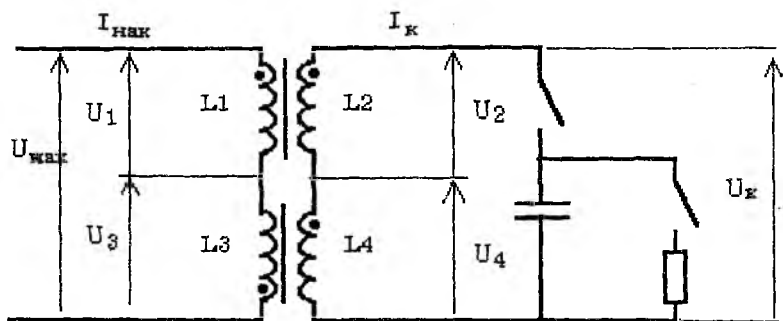


Рис. 2

Для индуктивного параметрона основными характеристиками являются кривая намагничивания, представляющая собой зависимость магнитной индукции \vec{B} от напряженности магнитного поля \vec{H} , и связь между потокоцеплением ψ и вызывающей его силой тока i , называемая индуктивностью. Чтобы определить эти характеристики, достаточно знать силу тока накачки $I_{\text{нак}}$ и напряжение накачки $U_{\text{нак}}$ [2], которые в этом случае выступают как внешнее воздействие $P_{\text{внеш}}$.

При параметрическом эффекте в резонансной системе возбуждаются или не возбуждаются колебания. Первый случай соответствует нахождению системы в так называемой зоне неустойчивости, для которой форма колебаний обуславливается рядом факторов. Созданию математической модели этого процесса препятствуют очевидные трудности при аппроксимации зависимости $H = f(B)$, особенно при работе параметрона в высших зонах неустойчивости. Наиболее близким приближением является аппроксимация гиперболическим синусом [2]. Однако, как показали практические исследования, даже эта аппроксимация, несмотря на высокую точность и удобство при физической интерпретации получаемых решений, дает весьма ощутимую погрешность, а результаты вычислений свидетельствуют о ее несовершенстве. Такое расхождение частично вызвано погрешностью аппроксимации и неучетом гистерезисного раздвоения графика зависимости $L = f(i)$, но в большей степени — неучетом внутренних факторов системы. Однако для экспертного заключения о допустимых пределах использования теории и выявления новых факторов, влияющих на поведение системы, необходимо проведение большого числа точных замеров электрических величин и сравнительно сложных расчетов.

Поэтому целесообразно использовать возможности, предоставляемые современной компьютерной техникой, причем надо возложить на нее не только вычисления, но и управление процессом исследования РНПС.

Исходя из сказанного выше определен необходимый набор средств для эффективного анализа данного класса нелинейно-параметрических систем.

Внешнее воздействие в классической теории носит гармонический характер, но на практике модуляция параметра зачастую принимает сложный вид. Следовательно, устройство для снятия характеристик и параметров параметрической зонной системы (далее просто устройство), показанное на рис. 3, должно содержать генератор 1 накачки,

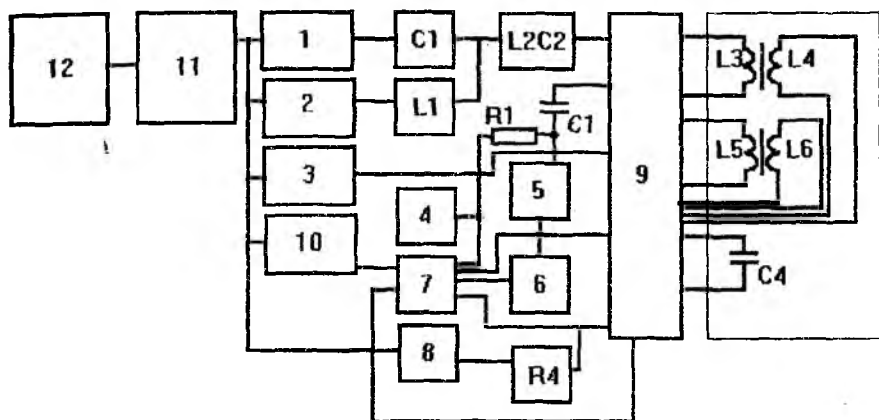


Рис. 3

причем $I_{\text{нак}} = f(t)$, где f — функция изменения силы тока во времени, программируемая произвольным образом. Постоянное смещение для $I_{\text{нак}}$ задается программируемым источником 2 тока. Для исключения взаимного влияния генератора 1 и источника 2 применяются разделительный конденсатор $C1$ и дроссель $L1$. Начальные условия задаются генератором 3, отвечающим таким же требованиям, как и к генератору 1, но при гораздо меньшей силе тока $I_{\text{вх}}$ на выходе. Важную роль в поведении РНПС играют также активные потери, обусловленные наличием резистора R (см. рис. 2). Следовательно, его номинал должен задаваться программно. Для измерения индуктивности требуется

генератор 4 высокой частоты. Так как его частота выбирается намного выше максимальной частоты сигналов, возбуждаемых в параметроне, то его сигналы можно подавать вместе с током накачки, предварительно приняв меры по частотному разделению сигналов с помощью фильтра пробки $L2C2$, разделительного конденсатора $C3$ и полосового фильтра 5.

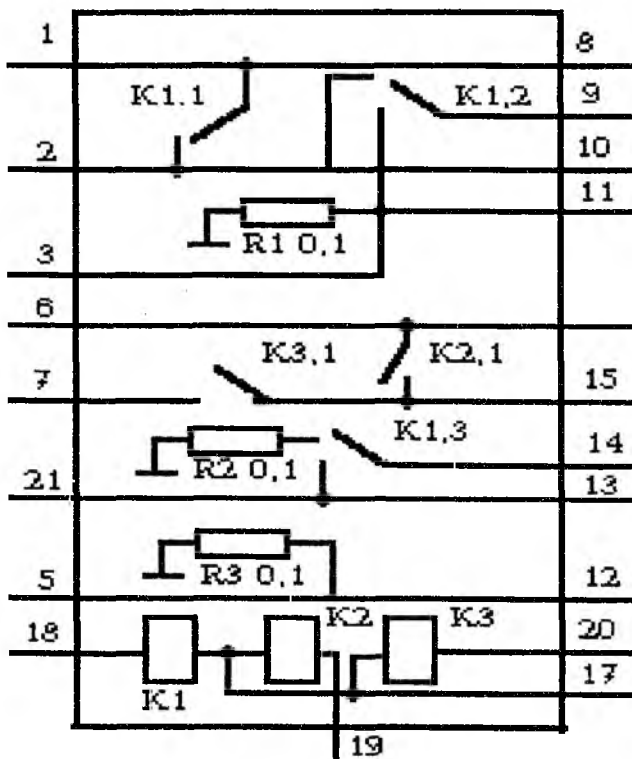


Рис. 4

Резистор $R1$ образует вместе с измеряемой индуктивностью делитель напряжения и должен быть прецизионным. Сигнал высокой частоты с фильтра 5 поступает на детектор 6, после чего может быть измерен путем установления соответствующего режима работы мультиплексора 7. Управление активными потерями в контуре РНПС осуществляется путем программирования схемы управления 8, которая влияет на

резистор R_4 . Сигнал с выхода пробки $L_2 C_2$ поступает на схему коммутации 9. Внутренняя структура схемы изображена на рис. 4. Реле K_1 определяет режим работы параметрона. В случае, когда оно обесточено, первичные катушки L_1 и L_3 включены параллельно, а вторичные образуют независимые источники напряжения, что важно для снятия вольт-амперной характеристики и петли гистерезиса, а также определения симметричности системы. Контурный конденсатор C_1 и нагрузка R_4 (см. рис. 3) при этом остаются отключенными. А при работе в режиме параметрона выводы катушек параметрона и конденсатора могут произвольным образом коммутироваться в зависимости от снимаемых характеристик.

Выбранный аналоговый сигнал с мультиплексора 7 поступает на аналогово-цифровой преобразователь 10, второй вход из генератора 1 обеспечивает его синхронизацию с процессом накачки. Оцифрованные данные запоминаются в местном ОЗУ АЦП. Управление всеми указанными блоками осуществляется микропроцессорным контроллером 11, который, в свою очередь, посредством последовательной линии передачи данных соединен с персональным компьютером 12.

Выполненный таким образом комплекс, включающий в себя персональный компьютер и устройство для снятия характеристик, дает возможность визуализировать процессы, происходящие в РНПС. Данный комплекс позволяет отобразить стохастические процессы, происходящие в РНПС. С его помощью за короткий срок можно получить большое количество характеристик параметров.

Список литературы: 1. А. с.1554002 СССР, МКИ 091323/06. Способ моделирования явлений в пространственно-временной структуре и устройство для его осуществления Л.И. Чередников // Открытия. Изобретения. 1990. № 12. С. 32. 2. Чередников Л.И. Расчет и проектирование параметрических систем на высших гармониках. Х.: Харьк. политехн. ин-т, 1980. 98 с.

Поступила в редколлегию 22.04.97