

А. М. БОГОМОЛОВ, Л. Н. МАГДИЧ

(Москва)

СОГЛАСОВАНИЕ АКУСТООПТИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ В *RC*-ПРИБЛИЖЕНИИ ЭКВИВАЛЕНТНОЙ СХЕМЫ ЗАМЕЩЕНИЯ ПЬЕЗОПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ

Синтез широкополосной согласующей цепи, предназначенной для согласования входного импеданса пьезопреобразователя акустооптического устройства с волновым сопротивлением управляющего ВЧ-тракта, проводится на основе соотношений между полосой пропускания, максимально допустимым коэффициентом отражения согласуемой нагрузки, а также коэффициентом трансформации сопротивления.

Пьезопреобразователь акустооптического устройства для управляющего электрического сигнала является частотно-зависимой нагрузкой [1]. Схема замещения такой нагрузки включает параллельно соединенные статическую емкость C_0 и настроенный в резонанс на центральную частоту f_0 последовательный контур, состоящий из индуктивности L , емкости C и сопротивления излучения R .

Строгое решение задачи широкополосного согласования входного сопротивления пьезопреобразователя рассматривается в работе [2], где показано, что оптимальная согласующая цепь для материалов плавный кварц (звукпровод) — ниобат лития (пьезопреобразователь) имеет максимальную относительную полосу 0,78.

Однако расчет согласующей цепи можно упростить. Для этого следует учесть, что для большинства акустооптических материалов, работающих в паре с пьезопреобразователями из ниобата лития, ширина полосы пропускания Δf_n последовательного контура больше требуемой полосы согласования, обычно не превышающей октаву. Поэтому последовательным контуром в схеме замещения пьезопреобразователя можно пренебречь, если $\Delta f_n > 2f_0/3$. Согласно [3]

$$f_0/\Delta f_n = 4(1 - K_n^2)/\pi z_a,$$

где K_n — коэффициент электромеханической связи пьезоматериала, z_a — отношение акустических импедансов звукпровода и пьезопреобразователя. Такое упрощение схемы замещения будет справедливо при условиях $z_a > 0,64$ (случай возбуждения продольных волн) и $z_a > 0,46$ (случай возбуждения сдвиговых волн). При меньших значениях z_a также можно использовать *RC*-приближение, но при соответственно меньших значениях полосы согласования.

Экспериментальная проверка проводилась на акустооптических материалах, в которых пьезопреобразователем из LiNbO_3 36° *YZ*-срезы возбуждалась продольная акустическая волна. Соединение пьезопреобразователя с акустооптической средой осуществлялось путем холодной индиевой сварки. В таблице представлены расчетные и экспериментальные значения относительной полосы согласования $\Delta f/f_0$ для ряда акустооптических материалов, наиболее часто применяемых в конструкциях акустооптических устройств, для которых справедливо *RC*-приближение при построении согласующей цепи. В качестве примера на рисунке показан график зависимости коэффициента стоячей волны (КСВ) от частоты для акустооптического дефлектора (АОД) из PbMoO_4 , согласованного с волновым сопротивлением ВЧ-тракта в полосе 86—184 МГц. Параметры схемы замещения секционированного пьезопреобразователя (сопротивление излучения $R = 60$ Ом, статическая емкость $C_0 = 27$ пФ) определялись с помощью измерителя комплексных коэффициентов передачи Р4-11. Согласующая цепь строилась в виде трехзвенного полосового фильтра на основании расчета НЧ-фильтра-прототипа, изменение параметров которого представлено графически в [4] в зависимости от величины декремента согласуемой нагрузки. Формулы перехода от фильтра-прототипа к полосно-пропускающему фильтру содержатся в [3].

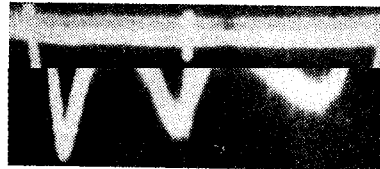
По описанной выше методике можно также согласовать пьезопреобразователь со светозвукпроводом из парателлурита (TeO_2), имеющим относительный акустический импеданс $z_a = 0,166$ для сдвиговой волны. В этом случае между пьезопреобразователем и звукпроводом необходимо расположить связующий четвертьволновой слой, осуществляющий трансформацию импедансов [5]. При использовании в качестве такого слоя индия относительная полоса согласования АОД на основе TeO_2 составляет 0,63 (при подключении параллельно одной индуктивности, компенсирующей статическую емкость на резонансной частоте). В случае трехзвенной согласующей

Материал	z_a	$\Delta f_n/f_0$ (расчет)	$\Delta f/f_0$ при КСВ=2 (эксперимент)
Ge	0,877	0,92	0,81
PbMoO_4	0,754	0,79	0,75
ТФ-7	0,5	0,52	0,56

Зависимость коэффициента стоячей волны от частоты для АОД из PbMoO_4 .

Метка соответствует центральной частоте 130 МГц. лам, приведенным в [3]. Для используемых нами акустооптических материалов расчетные значения отличаются от экспериментально измеренных не более чем на 20%.

Таким образом, из изложенного выше следует, что при применении в качестве пьезопреобразователя ниобата лития, обладающего высоким значением коэффициента электромеханической связи, можно во всех практически интересных случаях расчета согласующей цепи акустооптической ячейки пользоваться приближенной РС-схемой замещения пьезопреобразователя. Точность приближения возрастает по мере увеличения относительного акустического импеданса.



ЛИТЕРАТУРА

1. Гусев О. Б., Сорока В. В. Об эквивалентной схеме пьезопреобразователя.— В кн.: Акустооптические устройства обработки сигналов. Л.: ЛЭТИ, 1977.
2. Юрченко А. В. Широкополосное согласование пьезопреобразователей акустооптических устройств.— Изв. высш. учебн. заведений СССР. Сер. Радиозлектроника, 1980, т. XXIII, № 3.
3. Залесский В. В. Анализ и синтез пьезоэлектрических преобразователей.— Ростов: изд. Ростов. ун-та, 1971.
4. Маттей Д. А., Янг Л., Джонс Е. М. Т. Фильтры СВЧ, согласующие цепи и цепи связи.— М.: Связь, 1971.
5. Yano T., Watanabe A. Broad bandwidth TeO_2 acoustooptic devices bonded with tin metal.— IEEE Trans. on Sonics and Ultrasonics, 1978, vol. SU-25, N 3.

Поступило в редакцию 7 апреля 1982 г.

УДК 681.3.055 : 518.5

Н. С. АНИШИН
(Краснодар)

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ЦИФРОВОЙ ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ

Цифровые функциональные преобразователи (ЦФП) являются распространенными средствами вычислительной техники, используемыми в системах автоматизации. Непрерывное повышение требований к ЦФП и расширение класса реализуемых ими функций вызывает быстрый рост количества типов ЦФП. Разнообразие специализированных преобразователей приводит к усложнению управляющих систем и становится (в том числе и по технологическим причинам) экономически невыгодным.

При программной реализации ЦФП, которая в последнее время все чаще выполняется на микропроцессорах (МП) и микроЭВМ, желателен универсальный алгоритм, пригодный для вычисления любой функции, но не содержащий «длинных» операций (умножение, деление и др.). Это исключит необходимость перепрограммирования или резервирования оперативной памяти для размещения подпрограмм возможных функций.

В данной работе предлагаются и обосновываются универсальный алгоритм вычисления функций и соответствующий ему принцип построения ЦФП. За основу взят итерационный алгоритм, вычисляющий дробно-рациональную функцию двух переменных $z(x, y) = (x^2 + y^2)/(x + y)$ (для $x > 0, y > 0$) [1]:

$$q_{j-1} = \text{sign}(X_{j-1} - Y_{j-1}) = \begin{cases} +1, & X_{j-1} - Y_{j-1} > 0; \\ -1, & X_j - Y_{j-1} < 0, \\ \text{стоп}, & X_{j-1} = Y_{j-1}; \end{cases}$$

$$X_j = X_{j-1} - q_{j-1}y 2^{-j};$$