

линейные системы или сами излучатели являются нелинейными. Поэтому представляет интерес выявление общих закономерностей и соотношений между компонентами спектра на выходе НС при гармоническом воздействии.

Полученные результаты позволяют значительно упростить анализ спектра, в частности они позволяют получить оценки амплитуд КЧ без их измерения посредством определения только амплитуд высших гармоник $U_{[2m+1,0]}$, $U_{[0,2m+1]}$ и КЧ вида $U_{[2m+1,1]}$, $U_{[1,2m+1]}$ посредством использования неравенства (13). Кроме того, в ряде случаев они позволяют получить описание нелинейной системы по наблюдаемому спектру, что, в свою очередь, позволяет производить акустический контроль неисправности механизма.

Доказанное свойство монотонного уменьшения амплитуд КЧ с ростом их порядка можно использовать при автоматическом анализе спектра сигнала, позволяя правильно принять решение о прекращении анализа для амплитуд КЧ более высокого порядка.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ю. Д. Сверкунов. К анализу спектра на выходе нелинейной системы. — Радиотехника, 1972, № 8.
2. Ю. Д. Сверкунов. Некоторые отношения между компонентами спектра при гармоническом воздействии. — Метрология, 1973, № 4.
3. Ю. Д. Сверкунов. К анализу спектра акустических сигналов на выходе нелинейной системы при воздействии суммы гармонических источников. — Кибернетическая диагностика механических систем по виброакустическим процессам. Материалы Всесоюзного симпозиума. Каунас, 1972.

*Поступила в редакцию 14 июля 1971 г.,
окончательный вариант — 13 декабря 1972 г.*

УДК 681.3 : 513/516

А. М. АРУТЮНЯН

(Иркутск)

ПРОЕКТИВНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ РАСТРА В ПЕРЦЕПТРОНЕ С ПЕРЕДАЮЩЕЙ ТЕЛЕВИЗИОННОЙ ТРУБКОЙ

Введение. В [1] предложен принцип построения и техническая реализация перцептрона с передающей телевизионной трубкой.

Пусть перцептрон обучен распознаванию некоторого образа и ему предъявлено изображение данного образа, расположенного случайно на поле рецепторов (растре). Тогда под воздействием управляющего устройства параметры напряжений (токов) отклоняющих элементов передающей телевизионной трубки можно изменять так, чтобы проекция изображения заняла положение на растре, при котором осуществлялось обучение.

Очевидно, если питать отклоняющую систему передающей телевизионной трубки соответствующими напряжениями (токами), то можно осуществить проективное преобразование поля рецепторов (растра).

Реализация такого рода преобразований с помощью питающих напряжений (токов) передающей телевизионной трубки рассматривается в настоящей работе.

Постановка задачи. Предположим, что перцептрон обучен распознаванию изображения s некоторого образа S , которое было спроецировано в некоторую область прямоугольного растра. Причем растр занимал на мишени ограниченную площадь. Требуется распознать любое другое изображение s' , являющееся проективным преобразованием исходного.

Введем некоторые ограничения: а) мишень передающей телевизионной трубки не ограничена; б) поле рецепторов непрерывно, т. е. точки (рецепторы), составляющие некоторую линию (в общем случае кривую), расположены настолько близко, что последнюю можно считать непрерывной.

Рассмотрим мишень как плоскость π евклидова пространства и выберем на ней некоторый координатный репер e_1, e_2 с началом в точке O (рис. 1). Одновременно с системой $O e_1 e_2$ выберем репер в пространстве с началом в точке K , лежащем на продольной оси передающей телевизионной трубки, в центре отклоняющей системы с первыми двумя векторами, равными соответственно векторам e_1, e_2 , и с третьим вектором $e_3 = KO$.

Мишень (поле рецепторов) будет иметь относительно системы $K e_1 e_2 e_3$ уравнение

$$X_3 = kU_a, \quad (1)$$

где k — постоянный коэффициент, зависящий от геометрических размеров передающей телевизионной трубки; U_a — анодное напряжение трубки. Таким образом, точка мишени (поля рецепторов), имеющая относительно системы $O e_1 e_2$ координаты X, Y , будет иметь относительно системы $K e_1 e_2 e_3$ координаты X, Y, kU_a .

Любые три числа x_1, x_2, x_3 , удовлетворяющие условиям

$$x_3 \neq 0, \quad \frac{x_1}{x_3} = X, \quad \frac{x_2}{x_3} = Y, \quad (2)$$

являются однородными координатами точки $M(X, Y)$ мишени.

Для распознавания изображения s' необходимо так преобразовать растр (поле рецепторов), чтобы координаты некоторой точки M' изображения s' в новой системе были равны координатам точки M изображения s в старой системе.

Пусть началу координат O (в системе $O e_1 e_2$) соответствует начало первой строки растра, концу вектора e_1 — конец первой строки, концу вектора e_2 — начало последней строки растра (см. рис. 1). Тогда однородные координаты точки M' изображения s' выразятся через координаты точки M изображения s следующим образом* [2]:

$$x'_i = \sum_{j=1}^3 a_{ij} x_j \quad i=1,2,3. \quad (3)$$

Из (3) следует, что преобразование растра должно быть проективным, как и преобразование изображения. Необходимое проективное преобразование растра можно выполнить изменением параметров напряжений (токов), приложенных к отклоняющим элементам трубки. Следовательно, задача заключается в установлении соотношений между параметра-

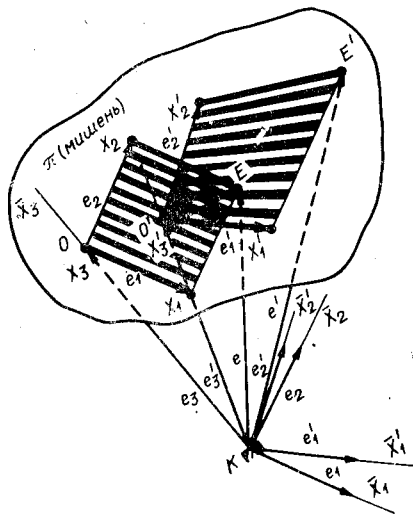


Рис. 1.

* Здесь и далее использована краткая форма записи преобразований. Индексы i и j принимают значения 1, 2, 3.

ми отклоняющих напряжений (токов) и соответствующими проективными преобразованиями.

Общее решение задачи. Выбором системы $O e_1 e_2$ на мишени передающей телевизионной трубки и системы $K e_1 e_2 e_3$ в пространстве мы задали соответствующие системы аффинных координат. В выбранной системе координат четыре точки $X_1 X_2 X_3 E$ полностью определяют растр. Примем их за базисные.

Пусть мы преобразовали растр так, что образами точек $X_i E$ стали точки $X'_i E'$. Примем их как базисные точки новой системы координат $K e'_1$. Формулы преобразования координат при переходе от репера e_i к реперу e'_i имеют вид:

$$e'_i = \sum_{j=1}^3 a_{ji} e_j = a_{ji} e_j; \quad e' = \sum_{j=1}^3 \varepsilon_j e_j. \quad (4)$$

Так как векторы

$$e'_i = \{a_{1i}, \dots, a_{ji}\} \quad (5)$$

являются единичными векторами аффинной системы координат, то они задают проективную систему

$$X'_i = (a_{1i} : \dots : a_{ji}); \quad E' = (\varepsilon_1 : \dots : \varepsilon_j). \quad (6)$$

Следовательно, проективные координаты какого-нибудь луча связи K и соответствующей ему точки M мишени в системе $X'_i E'$ суть не что иное, как координаты того же луча в аффинной системе $K e'_1 e'_2 e'_3$.

Пусть координаты (6) выбраны какими угодно, может быть, и несогласованными между собой. Тогда их надо заменить определяющими те же точки согласованными тройками. Решая систему уравнений

$$\varepsilon_i = \sum_{j=1}^3 a_{ij} \lambda_j \quad (7)$$

и используя найденные значения λ_j , получим аналогичную координатную запись точек $X'_i E'$ в выражении (6) уже посредством согласованных троек координат [3]. Тогда формулы преобразования, при котором некоторой точке $M(x_1 : x_2 : x_3)$ ставится в соответствие точка $M'(x'_1 : x'_2 : x'_3)$ мишени, запишем

$$x'_i = \sum_{j=1}^3 a'_{ij} x_j, \quad (8)$$

где

$$a'_{ij} = \lambda_j a_{ij}. \quad (9)$$

С другой стороны, из рис. 1—3 мы можем записать координаты точек $X_i E$ через соответствующие напряжения (точки).

1. В системе $O e_1 e_2$

$$\begin{aligned} X_1 &= (K_r U_r, 0); \\ X_2 &= (0, K_b U_b); \\ X_3 &= (0, 0); \\ E &= (K_r U_r, K_b U_b). \end{aligned} \quad (10)$$

2. В системе $K e_1 e_2 e_3$

$$\begin{aligned} X_1 &= (K_r U_r, 0, 0); \\ X_2 &= (0, K_b U_b, 0); \\ X_3 &= (0, 0, k U_a); \\ E &= (K_r U_r, K_b U_b, k U_a), \end{aligned} \quad (11)$$

где K_r, K_b — коэффициенты, которые определяются конструкцией передающей телевизионной трубки и анодными напряжениями; U_r, U_b — напряжения, приложенные к элементам трубки, отклоняющим луч по горизонтали и вертикали.

Формулы преобразования координат при переходе от репера e_i к реперу e'_i , коэффициенты a_{ji}, ε_j которых выражены через напряжения

(токи), имеют вид (4), т. е.

$$e'_i = \sum_{j=1}^3 a_{ij} e_j; \quad e'_i = \sum_{j=1}^3 e_j e_j,$$

где

$$\begin{aligned} a_{11} &= \frac{K_r U_{r1} + K_r (\delta U_r - \delta U_{r0})}{K_r U_{r0}}; \\ a_{21} &= \frac{K_b (\delta U_b - \delta U_{b0}) - K_b \Delta U_{b1}}{K_b U_{b0}}; \\ a_{31} &= k U_a; \\ a_{12} &= \frac{K_r (\delta U_r - \delta U_{r0}) + K_r \Delta U_r}{K_r U_{r0}}; \\ a_{22} &= \frac{K_b (\delta U_b - \delta U_{b0}) - K_b U_b}{K_b U_{b0}}; \\ a_{32} &= k U_a; \\ a_{13} &= \frac{K_r (\delta U_r - \delta U_{r0})}{K_r U_{r0}}; \\ a_{23} &= \frac{K_b (\delta U_b - \delta U_{b0})}{K_b U_{b0}}; \\ a_{33} &= k U_a; \\ \varepsilon_1 &= \frac{K_r U_{r2} + K_r \Delta U_r + K_r (\delta U_r - \delta U_{r0})}{K_r U_{r0}}; \\ \varepsilon_2 &= \frac{K_b (\delta U_b - \delta U_{b0}) - K_b U_b - K_b \Delta U_{b2}}{K_b U_{b0}}; \\ \varepsilon_3 &= k U_a. \end{aligned} \tag{12}$$

Очевидно, при проективном преобразовании раstra матрица

$$\|a_{ij}\| \neq 0. \tag{13}$$

Заключение. Таким образом, для распознавания перцептроном с передающей телевизионной трубкой изображений, являющихся проективным преобразованием некоторого первоначального изображения данного

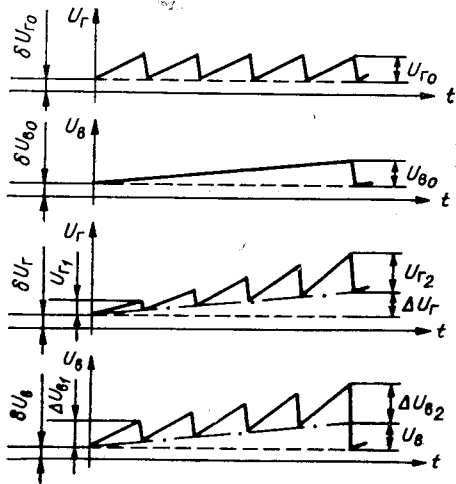


Рис. 2.

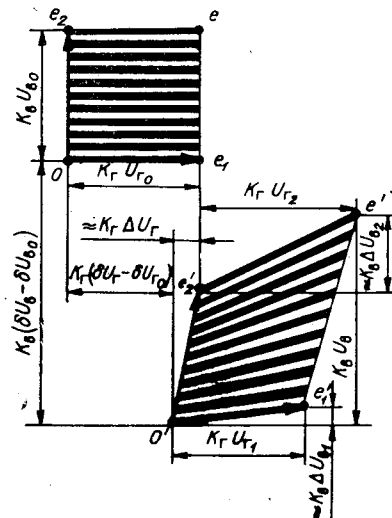


Рис. 3.

ниями (токами) и параметрами преобразования.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. М. Арутюнян. Перцептрон с передающей телевизионной трубкой. — Труды Иркутского политехнического института, серия «Техническая кибернетика», вып. 56А, 1970.
2. П. С. Маденов. Аналитическая геометрия. М., МГУ, 1968.
3. П. С. Александров. Лекции по аналитической геометрии. М., «Наука», 1968.

Поступила в редакцию 12 января 1972 г.,
окончательный вариант — 21 ноября 1972 г.

УДК 621.375.121

Ю. Л. КУРКИН, Н. С. КУРКИНА, В. С. МИНАЕВ,
Т. С. ОРЕХОВА

(Новосибирск)

РАЗРАБОТКА ГИБРИДНОЙ МИКРОСХЕМЫ ТРАНЗИСТОРНОГО ШИРОКОПОЛОСНОГО УСИЛИТЕЛЯ ТОКА С ВЫСОКОЙ РЕГУЛИРУЕМОЙ ЛИНЕЙНОСТЬЮ

Увеличение быстродействия электронных устройств обработки информации в вычислительной технике, системах быстрого измерения времени, размеров и перемещений, лазерной технике, скоростной осциллографии привело к возникновению потребности в универсальных элементах повышенного быстродействия (счетчиках на сотни мегагерц, широкополосных усилителях с высокой линейностью и др.).

Одним из перспективных направлений является разработка многокаскадного транзисторного усилителя, усиление которого основано на управляемом перераспределении токов при балансе напряжений в контуре, составленном из логарифмических *pn*-переходов.

Как известно [1], напряжение на *pn*-переходе в кремнии

$$U = \frac{mkT}{q} \ln(1 + I/A) \approx \frac{mkT}{q} \ln(I/A), \quad (1)$$

где m — коэффициент, близкий к единице; k — постоянная Больцмана; T — абсолютная температура в $^{\circ}\text{K}$; q — заряд электрона; I — прямой ток, заданный через переход; A — ток насыщения закрытого перехода.

Приращение напряжения на переходе $\Delta U = \frac{mkT}{q} \ln\left(1 + \frac{\Delta I}{I}\right)$ определяется относительным (а не абсолютным) изменением тока через переход. Отсюда следует, что если напряжение на нескольких *pn*-переходах поддерживается в балансе, то, подав приращение тока на переход с малым начальным током, можно получить усиленное приращение тока на переходе с большим начальным током. В 1968 г. Джилберт [2] предложил несколько схем, основанных на этом принципе (рис. 1, а, б).