

2. Новая быстродействующая система для дискретизации и записи фотоизображения «Фотомейшн». — Проспект фирмы «Оптроникс» (США).
3. Хьюз Р. С. Логарифмические видеоусилители. М.: Энергия, 1976.
4. Деч Р. Нелинейные преобразования случайных процессов. М.: Сов. радио, 1965.
5. Заездный А. М. Основы расчетов по статической радиотехнике. М.: Связь, 1969.
6. Левин Б. Р. Теоретические основы статистической радиотехники. М.: Сов. радио, 1966.
7. Хуанг Т. Обработка изображений и цифровая фильтрация. М.: Мир, 1979.

Поступила в редакцию 7 января 1980 г.

УДК 621.385.832.24

З. Д. ГРИЦКИВ

(Львов)

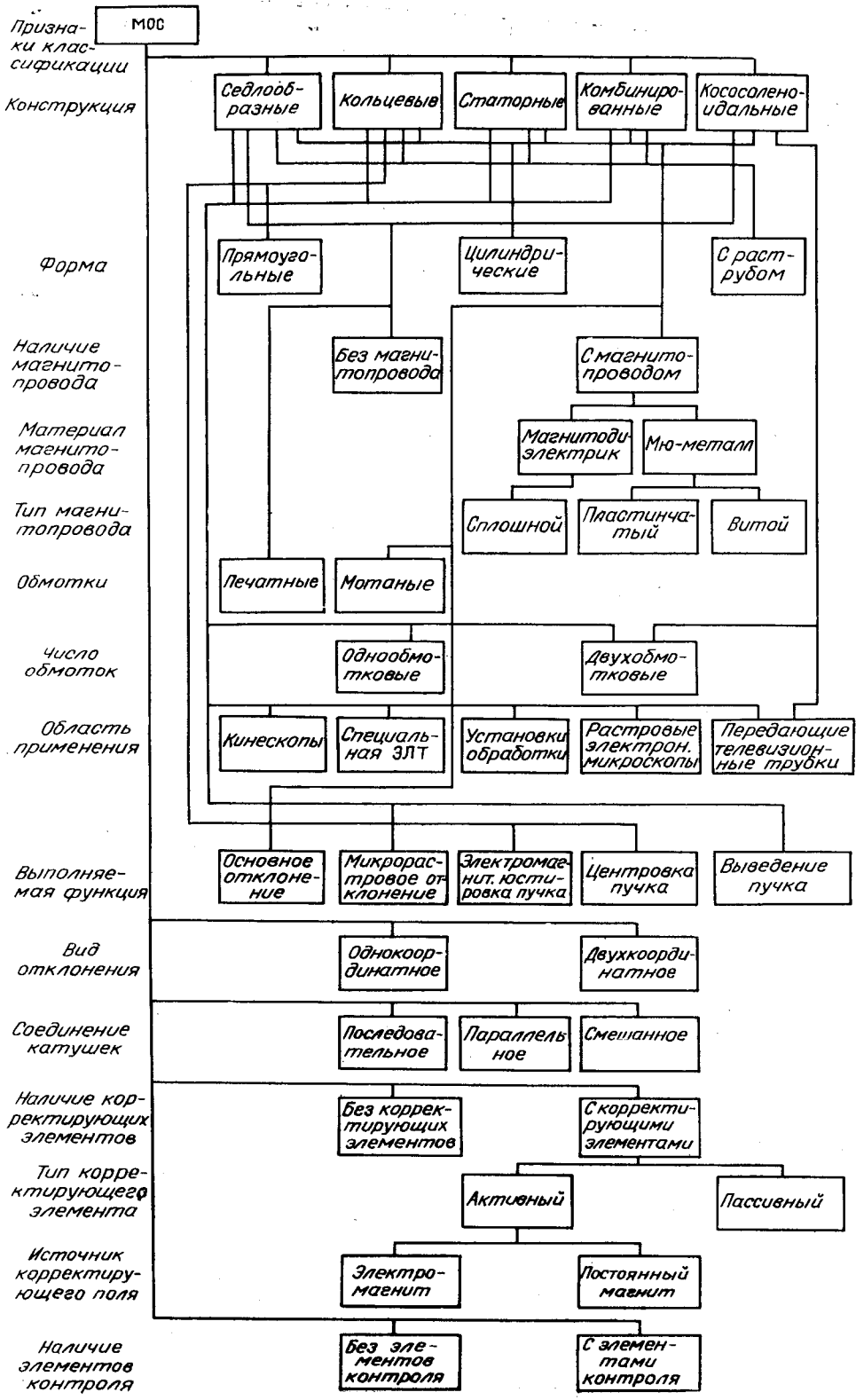
РАЗНОВИДНОСТИ И КЛАССИФИКАЦИЯ МАГНИТНЫХ ОТКЛОНЯЮЩИХ СИСТЕМ ДЛЯ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВЫХ ПРИБОРОВ

Во многих устройствах с электронно-лучевыми приборами по-прежнему находят широкое применение магнитные, точнее, электромагнитные, отклоняющие системы (МОС). Областью наиболее массового применения МОС остается телевидение, в том числе цветное. Интенсивное развитие вычислительной техники выявило возможности эффективного применения электронно-лучевых приборов с МОС в устройствах ввода-вывода информации в ЭВМ различного назначения (вычислительные, управляющие, документирующие, измерительные, полиграфические и другие системы). МОС используются также в технологических устройствах для обработки материалов электронным лучом, они являются неотъемлемым элементом растровых электронных микроскопов. Все это обуславливает постоянный интерес к МОС, о чем свидетельствует обилие публикуемых работ, в том числе изобретений.

Необходимо отметить, что МОС является весьма сложным узлом, характеризующимся одновременно электрическими, электронно-оптическими и конструктивными свойствами, которые, в свою очередь, определяются рядом параметров. При этом каждый данный тип электронно-лучевого прибора в каждом конкретном применении требует, как правило, специально разработанной МОС. Сложность задачи еще и в том, что до настоящего времени отсутствуют завершенные методики разработки, расчета и конструирования МОС.

Цель настоящей работы — дать общее представление о разновидностях и возможной классификации МОС на современном уровне их развития в надежде, что это позволит несколько уменьшить неопределенность в подходе к решению конкретных задач проектирования и создания МОС. В качестве литературных источников, в которых приведена обширная библиография по МОС, укажем [1—3].

С учетом разнообразия свойств МОС может быть выделен ряд классификационных признаков, который указан на левом поле рисунка. Наиболее распространенным признаком классификации является конструкция МОС. В настоящее время различают седлообразные, кольцевые (тороидальные), статорные, комбинированные и кососоленоидальные системы. Наиболее распространены два первых типа систем, наименее — статорные. К группе статорных МОС следует отнести также МОС с явно выраженными полюсами, которые используются в электронной



кального и горизонтального отклонения (телевизионные приемники). Кососоленоидальные системы появились недавно [4] и поэтому пока не нашли широкого применения. Их особенность в том, что, кроме отклонения, они выполняют одновременно основную фокусировку электронного пучка. Такие системы предназначены для телевизионных передающих трубок, работающих с низкими ускоряющими потенциалами.

Кольцевые МОС первоначально выполнялись на магнитопроводах, аналогичных трансформаторным [5]; этот тип МОС по форме следует отнести к прямоугольным. Прямоугольные МОС в настоящее время не применяются, так как не имеют никаких преимуществ перед цилиндрическими, но более громоздки, имеют меньшую чувствительность отклонения, нередко приводят к нарушению осевой симметрии магнитного фокусирующего поля в приборе. Цилиндрические МОС могут создаваться во всех упомянутых вариантах конструкции и в настоящее время широко распространены в различных приборах с углом отклонения до 35° . Системы с раструбом — единственно приемлемая форма для приборов с углом отклонения, превышающим 45° .

Как правило, большинство выпускаемых МОС выполнено с магнитопроводом из магнетодиэлектрика или мю-металла (металлического сплава с высокой магнитной проницаемостью). В качестве магнетодиэлектрика чаще всего выбирают различные марки ферритов, в качестве мю-металла — сплавы типа пермаллой. Ферритовые магнитопроводы более технологичны при массовом производстве непрецизионных МОС. Высокая степень однородности магнитных свойств, точность и симметрия геометрических форм, которые необходимы в прецизионных МОС, трудно достижимы при изготовлении ферритовых магнитопроводов. В этих случаях магнитопровод выполняется из мю-металла в виде набора кольцевых пластин или витой ленты. Низкое удельное электрическое сопротивление материала таких магнитопроводов может привести к ухудшению быстродействия МОС, в связи с чем надежнее применять материал возможно меньшей толщины (0,02—0,05 мм) с тщательной изоляцией пластин или слоев. Следует отметить также, что МОС с магнитопроводом из пермаллоев обычно имеют существенно меньшее остаточное отклонение по сравнению с МОС на ферритовых магнитопроводах. Пластинчатые магнитопроводы из мю-металла более удобны в изготовлении, а пластины лучше ориентированы относительно силовых линий отклоняющего поля.

Без магнитопровода выполняются только седлообразные и кососоленоидальные МОС. Отсутствие магнитопровода вызывает значительное снижение (50% и более) чувствительности отклонения, увеличивает протяженность отклоняющего поля, усиливает влияние на пучок в области отклонения внешних магнитных полей. МОС без магнитопровода целесообразны лишь в прецизионной аппаратуре, когда необходимо полностью избавиться от влияния магнитопровода на временные (частотные) параметры системы и остаточное отклонение [6].

По виду обмотки МОС делятся на печатные и мотанные. Для намотки катушек МОС всех конструктивных типов используют обмоточные провода в различной изоляции. Практикуется также намотка проводами, свитыми в жгут, чем обеспечивается хорошая укладка провода при большом результирующем поперечном сечении проводника. Изготовление обмоток способом печатного монтажа осуществимо только для седлообразных и кососоленоидальных МОС. Преимущества печатных МОС — меньшая толщина обмоток, хорошая повторяемость параметров систем;

недостатки — низкие значения допустимых токов отклонения, невозможность отгиба лобовых витков в седлообразных системах.

По числу обмоток в каждой катушке (т. е. для каждого направления отклонения) МОС подразделяются на одно- и двухобмоточные. Чаще встречаются однообмоточные МОС, в которых изменение направления отклонения достигается за счет реверса тока в обмотке. Однако возможно применение и таких систем, в которых направление отклонения определяется соотношением токов в двух отдельных обмотках с постоянным направлением токов. Недостаток двухобмоточных МОС заключается в большой емкости между обмотками (10^2 — 10^3 пФ). Кососоленоидальные МОС по самому принципу работы двухобмоточные [4].

Область использования МОС предъявляет к ним свои требования. Так, выпускаемые большими сериями МОС для телевизионных кинескопов должны быть, в первую очередь, энергетически эффективными (особенно это касается малогабаритных кинескопов), технологичными в производстве, а также иметь низкую материалоемкость. При разработке МОС для трехлучевых кинескопов цветного телевидения на тот же уровень поднимается вопрос сведения пучков. С развитием внешних устройств ЭВМ кинескопы (а также некоторые типы запоминающих ЭЛТ) широко распространились в индикаторных устройствах дисплеев: как алфавитно-цифровых, так и графических. Особенность МОС этого типа — повышенные требования к быстродействию, величине остаточного отклонения, связи и идентичности параметров катушек горизонтального и вертикального отклонений.

К классу специальных ЭЛТ нами отнесены запоминающие трубки с визуализацией или только фиксацией (скиатроны, потенциалоскопы) изображения, знакпечатающие ЭЛТ (характерны, композитроны), ЭЛТ сверхвысокой разрешающей способности и т. п. В отличие от кинескопов у них, как правило, небольшие углы отклонения (до 20 — 25°). Совершенно особые требования по большинству параметров предъявляются к МОС для ЭЛТ сверхвысокой разрешающей способности (50 — 100 элементов на миллиметр). Эти МОС должны иметь малые aberrации, хорошую симметрию, исключительно малое остаточное отклонение, высокое быстродействие. Вопросы энергетической эффективности для них являются второстепенными, так как производятся и применяются они в небольших количествах, иногда в единичных экземплярах.

Аналогичным требованиям должны удовлетворять МОС для растровых электронных микроскопов, электронно-лучевых литографических установок и аппаратуры размерной обработки электронным лучом. Для этих устройств характерны незначительные углы отклонения при небольших рабочих зонах и весьма малых размерах зонда (сфокусированного электронного пятна), достигающих величины единиц и десятых долей микрона [7]. При этом важное значение приобретает вопрос выбора материалов для МОС, поскольку они работают в вакууме.

Особенностью МОС для передающих телевизионных трубок (видикопы, икопоскопы, ортископы, диссекторы) является обусловленная невысокими ускоряющими напряжениями низкая мощность отклонения, повышенные требования к прецизионности как по разрешающей способности, так и по дисторсии.

Классифицируя МОС, целесообразно подразделить их по функциональному назначению. Прежде всего выделим отклонение в пределах всего рабочего поля экрана (мишени) прибора, которое названо основным отклонением (растровое отклонение в телевизионных режимах, адресное или координатное отклонение в устройствах отображения информации и сканирующих устройствах). В ряде приборов МОС служат для микро-растрового или знакового отклонения при наличии отдельной адресной МОС. Особенности МОС знакового отклонения — незначительные углы

отклонения ($0,5-5^\circ$) и высокое быстродействие. По этим причинам знаковые МОС менее критичны к выбору закона распределения витков, но должны иметь минимальные индуктивность и емкость. Последнее достигается за счет уменьшения числа витков и соответствующего укорачивания системы, что приводит к необходимости использовать отклоняющие токи, соизмеримые с токами адресного отклонения.

В ЭЛТ сверхвысокой разрешающей способности МОС нашли применение при электромагнитной юстировке пучка относительно фокусирующей системы и центровке пучка относительно вырезающей диафрагмы прожектора ЭЛТ [8]. Как юстировка, так и центровка пучка связаны с незначительными углами отклонения (до $5-10^\circ$), что позволяет выполнять системы короткими ($10-20$ мм). По этой причине для таких систем более предпочтителен кольцевой конструктивный вариант (см. рисунок), так как седлообразные и статорные МОС при малой длине системы имеют неудачное соотношение между длиной рабочих и лобовых участков витков, из-за чего существенно увеличивается потребляемая катушками мощность.

Отдельной группой в классификации указаны МОС, предназначенные для выведения луча. Такие МОС необходимы для приборов, в которых ось прожектора существенно не совпадает с осью мишени (экрана), что встречается, в частности, в приборах, мишень которых находится в световом оптическом канале воспроизведения. Отклонение осуществляется в одной плоскости и в одном направлении, однако угол отклонения может быть значительным ($20-40^\circ$). Особенностью МОС трех последних назначений (центрирующие, юстирующие и системы выведения) является то, что они работают при постоянных токах, т. е. в статическом режиме.

По виду отклонения МОС разделены на системы однокоординатного и двухкоординатного отклонений. В первом случае в устройстве обычно предусмотрено механическое перемещение в направлении второй координаты. В большинстве же электронно-лучевых приборов применяется двухкоординатное отклонение. Отметим, что МОС для однокоординатного отклонения обычно снабжают катушками отклонения на небольшой угол по второй координате с целью центровки пучка по экрану прибора.

Поскольку все МОС содержат несколько (минимум две) одинаковых катушек (или секций катушек), возможны различные варианты их соединения, а именно: последовательное, параллельное, смешанное. Выбор варианта соединения является средством изменения электрических параметров МОС: при переходе от последовательного к параллельному соединению сопротивление катушек уменьшается в два, а индуктивность — приблизительно в четыре раза. Поэтому подводимый к системе ток должен быть увеличен в два раза. Отметим, что при этом собственная резонансная частота МОС практически не изменяется, так как при параллельном соединении катушек уменьшению индуктивности сопутствует увеличение емкости. Необходимо помнить, что при параллельном соединении катушек токи в них могут несколько отличаться, а это вызывает асимметричные искажения отклонения. Обратим также внимание на искажения за счет наведенного тока в соединенных параллельно катушках отклонения по другой координате, даже при подключении этих катушек к источнику с высоким внутренним сопротивлением.

В ряде устройств МОС применяются с корректирующими элементами, непосредственно влияющими на процесс и характер отклонения пучка. В качестве таких элементов укажем блоки регулировки геометрии раstra и аббераций фокусировки, корректоры процесса установления пятна и остаточного отклонения, отдельные обмотки центровки раstra. К активным корректорам отнесены те, которые создают собственное магнитное поле. Они могут быть выполнены из постоянных или электрических магнитов. Примерами активных корректоров служат известные магниты

Параметр или свойство	Тип системы		
	Седлообразная	Кольцевая	Статорная
Форма сердечника	Простая	Простая	Сложная
Потребность в шаблоне для намотки катушек	Обычно необходим	Не нужен	Обычно необходим
Требования к тщательности сборки катушек	Высокие	Отсутствуют	Низкие
Плавность распределения ампер-витков	Высокая	Удовлетворительная	Низкая
Удобство при экспериментальном подборе закона распределения ампер-витков	Неудобны	Удобны	Неудобны
Чувствительность отклонения	Хорошая	Хорошая	Повышенная
Возможность выполнения катушек с одинаковыми чувствительностью и электрическими параметрами	Затруднительно	Возможно	Возможно
Поле рассеяния	Слабое	Интенсивное	Слабое
Эффективность	Высокая	Низкая	Высокая
Быстродействие	Хорошее	Удовлетворительное	Хорошее
Изоляция между катушками, а также между катушками и сердечником	Требуются прокладки	Обеспечивается каркасом	Требуются прокладки
Повторяемость параметров при серийном производстве	Плохая	Хорошая	Хорошая

коррекции геометрии раstra в МОС для кинескопов с большим углом отклонения, специальные обмотки, совмещенные с обмотками МОС [9]. Из пассивных корректоров назовем корректор остаточного отклонения в соответствии с [10] и корректор процесса установления в соответствии с [8].

В классификации выделены также МОС с элементами контроля. К последним отнесены элементы, служащие для проверки правильности юстировки системы относительно пучка [11], контроля температуры системы с целью компенсации температурных эффектов, формирования сигналов обратной связи, используемых при осуществлении защиты ЭЛТ от прожога экрана при увеличении быстродействия устройства, в котором применена МОС.

При разработке МОС для конкретного электронно-лучевого прибора наиболее важным этапом является выбор конструктивного типа из трех наиболее распространенных: седлообразного, кольцевого и статорного. Сравнительные качественные характеристики МОС этих типов по ряду параметров приведены в таблице.

Предполагается, что такие параметры, как максимальный угол отклонения, длина, внутренний диаметр системы, заданы и одинаковы для систем всех типов. Руководствуясь таблицей, можно сделать предварительный выбор конструктивного варианта системы.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Достижения в технике передачи и воспроизведения изображения/Под ред. Б. Кейзана.** М.: Мир, 1978, с. 243—244.
2. **Kaashoek J.** A Study of Magnetic Deflection Errors.— Phillips Research Reports. Supplements, 1968, N 11.
3. **Бонштедт Б. Э., Маркович М. Г.** Фокусировка и отклонение пучков в электронно-лучевых приборах. М.: Сов. радио, 1967.
4. **Swart L. M., Van Rooij H. J.** Combined Magnetic Deflection and Focusing in a Pick-up Tube with the Scanning Focus Coil.— In: Adv. Electron. Image Devices. N.-Y., 1972, p. 527—532.
5. **Cocking W. T.** Deflector Coil Characteristics.— Wireless World, 1950, N 3.
6. **Speth A. J.** Air Core Coils for Deflecting Micron-Size Electron Beams.— IEEE Trans. on Electron Devices, 1969, vol. ED-16, N 9.
7. **Васичев Б. Н.** Растровая электронная микроскопия и электропография.— ОМП, 1978, № 9.
8. **Васьков С. Т., Мамонтов Г. М., Потапников А. И., Ткач С. Е.** Сканирующие устройства на ЭЛТ высокого разрешения. Новосибирск: Наука, 1978.
9. **Горелов А. А., Горелик С. Л., Маркович М. Г.** Электромагнитная отклоняющая система. (Автор. свид-во № 301871).— БИ, 1974, № 14.
10. **Phillips N. V.** Ablenkspylensystem für Eine Elektronenstrahlröhre. Заявл. 6.12.58, опубл. 2.12.59. Кл. 21д (13/23). ФРГ. Пат. № 1118370.
11. **Глиненко К. С., Грицкий Э. Д., Педан А. Д.** Магнитное отклоняющее устройство для электроннолучевых трубок. (Автор. свид-во № 214679.) — БИ, 1968, № 12.

Поступила в редакцию 11 июня 1979 г.

УДК 681.327(088.8)

В. К. ТЕРЕЩЕНКО

(Новосибирск)

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ОРГАНИЗАЦИИ ДЕШИФРИРУЮЩИХ СТРУКТУР ДЛЯ СИСТЕМ МНОГОТОЧЕЧНОГО КОНТРОЛЯ

Введение. Развитие производства сложных цифровых систем автоматизации обуславливает новые требования к средствам контроля таких систем, поскольку процесс тестирования и ручной метод выбора контрольных точек из их очень большого количества становятся уже неэффективными. В связи с этим для автоматизации контроля таких систем разрабатываются различные автоматизированные и полуавтоматизированные методы контроля и обеспечивающие их специальные установки, стенды, системы контроля. В настоящее время задача управления процессами контроля электронной аппаратуры сложных систем, как правило, решается с помощью микро- или мини-ЭВМ и можно считать уже установившимся магистрально-модульный принцип организации аппаратуры таких систем контроля [1].

В предлагаемой статье рассматриваются основные принципы логической организации многоответвленных иерархических дешифрирующих структур (МИДС), применяемых в качестве коммутационной основы в специализированных системах многоточечного контроля. Использование МИДС по такому назначению основано на возможности ассоциативной буквенной или буквенно-цифровой адресации точек контроля сложного электронного объекта [2].

Общая характеристика МИДС. Под многоответвленной иерархической дешифрирующей структурой МИДС понимается аппаратно реализованный дешифратор специального типа, приспособленный для работы с недвоичной входной информацией, но синтезированный на основе