ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ ВЫХОДНЫХ КАСКАДОВ БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩЕЙ ПРОГРАММНО-УПРАВЛЯЕМОЙ РАЗВЕРТКИ УСТРОЙСТВА ОБРАБОТКИ ДОКУМЕНТАЦИИ (АСУП)

Н. П. Кириченко, М. А. Кузьмичев, А. М. Пряницкий, А. А. Чистюхин, А. В. Шатохин

При решении задач автоматического анализа сложных изображений, а также при разработке систем ввода информации с фотопленки в ЭВМ для последующей обработки используется принцип развертки изображения электронным лучом ЭЛТ по заданной программе при помощи электронно-оптических сканирующих систем на ЭЛТ с магнитным отклонением.

Блок-схема программно-управляемой развертки электронного луча ЭЛТ приведена на рис. 1. Однако при технической реализации таких си-

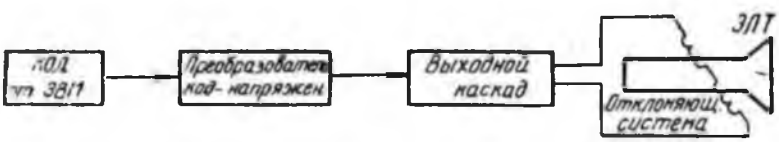


Рис. 1. Блок-схема программно-управляемой развертки.

стем возникает ряд трудностей. Одна из них — построение выходных каскадов быстродействующей развертки, которые должны обеспечить требуемое быстродействие (длительность прямого хода развертки порядка 50 *мксек*); высокую линейность выходной характеристики, ее стабильность при изменении температуры в заданных пределах и во времени; необходимость работы в режиме УПТ.

В [1, 2] рассмотрены методы построения высокостабильных оконечных каскадов генераторов сравнительно медленных разверток (порядка 100—200 *мксек*). Цель данной работы — выбор схемы и определение оптимального режима работы выходного каскада быстродействующей (длительность прямого хода порядка 50 *мксек*) программно-управляемой развертки.

Наиболее полно перечисленным требованиям удовлетворяет выходной каскад, представляющий собой стабилизатор тока (рис. 2), причем

отклоняющая система должна включаться непосредственно в эмиттерную цепь выходного (регулирующего) транзистора. Такое включение [1, 2] позволяет получить лучшую температурную стабильность и линейность выходной характеристики по сравнению со схемой включения отклоняющей системы в коллекторную цепь.

Вопросы, связанные с проектированием и анализом работы стабилизаторов тока, детально освещены в [3], однако недостаточно изучены

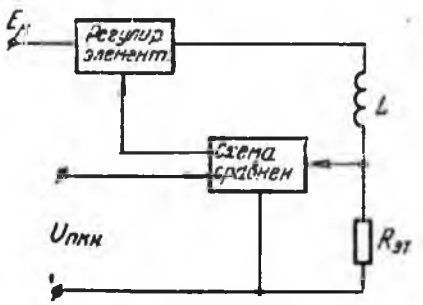


Рис. 2. Структурная схема выходного каскада.

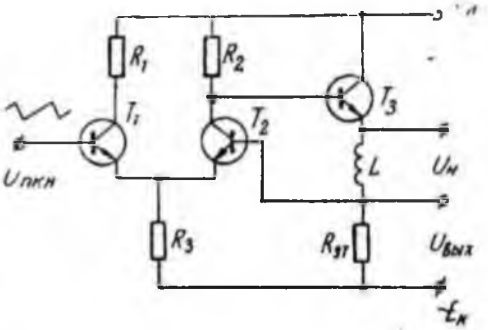


Рис. 3. Упрощенный практический вариант выходного каскада.

особенности работы стабилизаторов при использовании их в качестве выходных каскадов: широкий диапазон стабилизируемых токов, повышенное быстродействие.

Основные дестабилизирующие факторы, влияющие на линейность и стабильность выходной характеристики каскада:

1. Изменение напряжения источника питания — $\Delta E_к$.
2. Изменение температуры окружающей среды — $\Delta T°C$.
3. Внутренний разогрев элементов схемы — $\Delta R_{эт}$.
4. Разогрев транзисторов за счет внутреннего тепловыделения.

Термостабилизация при изменении температуры окружающей среды, стабилизация питающих напряжений рассматривались в [3].

В данной работе исследуется возможность уменьшения влияния тепловых параметров транзисторов, а также линеаризация выходной характеристики путем оптимального выбора режима работы выходного каскада. Стабильность и линейность зависимости при воздействии факторов 3 и 4 могут быть значительно улучшены путем охвата выходного каскада глубокой отрицательной обратной связи по току и напряжению. Упрощенный практический вариант выходного каскада представлен на рис. 3.

На транзисторах T_1 и T_2 собрана схема сравнения — дифференциальный каскад, наименее подверженный температурному дрейфу, позволяющий получить максимально возможный коэффициент усиления. Вопросы балансировки и выбора режима работы дифференциальных каскадов освещены в [4]. Транзистор T_3 — регулирующий элемент.

Для выбора оптимального режима работы выходного каскада на транзисторе T_3 определим ряд основных расчетных соотношений. Для этого обозначим

$$U_{пкн\ min} = U_{min};$$

$$U_{пкн\ max} = U_{max}.$$

Для упрощения выкладок можно считать $U_{пкн} \approx U_{вых}$, что почти

всегда выполняется. Тогда напряжение на коллекторе транзистора T_3 (рис. 2)

$$E_к \approx E_к - U_{вых}. \quad (1)$$

Мощность, рассеиваемая на коллекторе транзистора T_3,

$$P_к \approx I_к U_к. \quad (2)$$

Коллекторный ток

$$I_к = \frac{U_{вых}}{R_{эт}}. \quad (3)$$

Очевидно, при изменении входного напряжения $U_{пкн}$ на величину $\Delta U_{пкн}$ изменяется ток выхода $\Delta I_к = \frac{\Delta U_к}{R_{эт}}$ и мощность, выделяемая на коллекторном переходе, изменяется на величину

$$\Delta P_к = \Delta I_к \Delta U_к,$$

что приведет к температурным изменениям на коллекторном переходе

$$\Delta T = R_т \Delta P_к$$

и изменению коэффициента передачи выходного каскада, а следовательно, к изменению

$$\Delta I_{вых} = \Delta I_к.$$

Возникает вопрос: нельзя ли выбрать такой режим выходного каскада, чтобы в процессе работы мощность, выделяемая на коллекторном переходе оставалась постоянной, т. е. $P_к = \text{const}$.

На основании выражений (1) и (2) можно записать

$$P_{к\,min} = (E_к - U_{min}) I_{min};$$

$$P_{к\,max} = (E_к - U_{max}) I_{max}.$$

Решаем систему уравнений из условия

$$P_{к\,min} = P_{к\,max},$$

$$(E_к - U_{min}) I_{min} = (E_к - U_{max}) I_{max}. \quad (4)$$

На основании (3) имеем

$$I_{max} = \frac{U_{max}}{R_{эт}};$$

$$I_{min} = \frac{U_{min}}{R_{эт}}.$$

Подставляя значения U_{max} и U_{min} в (4), получаем

$$E_к = U_{max} + U_{min}. \quad (5)$$

Из выражений (1) и (2) следует:

$$P_к = I_к U_к = U_{max} \frac{U_{min}}{R_{эт}}. \quad (6)$$

Напряжение источника питания $E_к$ определяется напряжением U_{min} и U_{max}. Согласно данным [5], минимальное напряжение на коллекторе мощных транзисторов, применяемых в выходных каскадах, при котором

еще сохраняется линейность выходных характеристик, составляет ≈ 10 *в*.

Максимальное напряжение на коллекторах транзисторов ограничивается трудностями получения эталонного напряжения $U_{\text{пкн}} > 30$ *в*, поэтому $U_{\text{к max}} \approx 30$ *в* и динамический диапазон изменения напряжения *a*, при котором еще будет сохраняться линейность выходной характеристики, составит

$$a = \frac{U_{\text{к max}} - U_{\text{к min}}}{U_{\text{к min}}} \approx \frac{30 - 10}{10} \approx 2.$$

В этом диапазоне при

$$E_{\text{к}} = (a + 2)\, U_{\text{min}} \tag{7}$$

мощность, рассеиваемая на коллекторе выходного транзистора,

$$P_{\text{к}} = (a + 1)\frac{U_{\text{min}}}{R_{\text{эт}}} \tag{8}$$

будет постоянной.

Основные характеристики каскада с постоянной мощностью, рассеиваемой на коллекторе, могут быть выражены через параметр *a*:

$$I_{\text{к min}} = \frac{\Delta I_{\text{откл}}}{a};$$

$$I_{\text{к max}} = (a + 1)\, I_{\text{к min}}.$$

Коэффициент использования питающего напряжения

$$\eta = \frac{U_{\text{кат}}}{E_{\text{к}}} = \frac{U_{\text{max}} - U_{\text{min}}}{E_{\text{к}}} = \frac{a + 1}{a + 2},$$

где $U_{\text{кат}}$ — полный размах напряжения на омическом сопротивлении отклоняющей катушки, при котором сохраняется линейная зависимость $I_{\text{откл}} = f(U_{\text{пкн}})$.

Порядок расчета выходного каскада

Обычно при проектировании выходного каскада для заданной отклоняющей системы известны следующие параметры:

L — индуктивность отклоняющей катушки;

R — омическое сопротивление отклоняющей катушки;

C — распределенная емкость отклоняющей катушки;

$\Delta I_{\text{откл}}$ — размах отклоняющего тока;

ΔT — диапазон изменения температур;

f — частота развертки.

Расчет ведется в следующей последовательности:

1. По заданному $\Delta I_{\text{откл}}$ (величина тока отклонения луча на весь экран) выбирается тип выходных транзисторов.
2. По выходным характеристикам транзисторов выбирается U_{min}.
3. В зависимости от требований к $U_{\text{пкн}}$ выбирается U_{max}.
4. Определяется величина $a = \dfrac{U_{\text{max}} - U_{\text{min}}}{U_{\text{min}}}$
5. Определяются I_{min}, I_{max}, $P_{\text{к}}$, $E_{\text{к}}$, $R_{\text{эт}}$.
6. Рассчитывается дифференциальный усилитель (схемы сравнения).

Экспериментальная проверка полученных соотношений проводилась на макете, схема которого приведена на рис. 4. При этом была исполь-

зована отклоняющая система

$$L = 400\ мкгн,\ C = 48\ пф,\ R = 7{,}5\ ом.$$

Схема представляет собой усилитель мощности, охваченный глубокой отрицательной обратной связью по току, снимаемой с сопротивления обратной связи R_7 на базу транзистора T_2 схемы дифференциального усилителя на транзисторах T_1 и T_2, на другой вход которого подается входное ступенчатое напряжение $U_{пкн}$. Транзистор T_3 выполняет роль

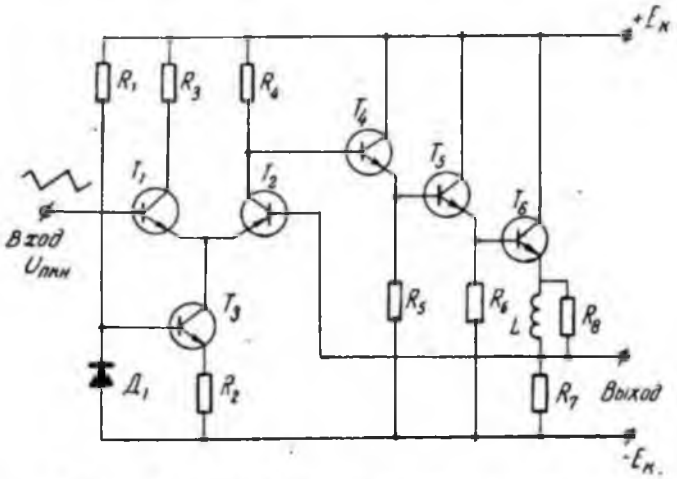


Рис. 4. Принципиальная схема выходного каскада.

динамического эмиттерного сопротивления. Выходной каскад собран на транзисторах T_4, T_5, T_6 по схеме составного транзистора, что позволяет получить высокий коэффициент усиления и согласования с выходом дифференциального усилителя.

ВЫВОДЫ

1. При больших скоростях развертки выходной каскад для ЭЛТ с магнитным отклонением целесообразно выполнить по блок-схеме стабилизатора. Это позволит обеспечить высокую линейность амплитудной характеристики каскада и стабильность его параметров.

2. Выходной каскад с компенсацией внутренних тепловых процессов должен работать в режиме больших начальных токов коллектора.

3. При проектировании выходного каскада необходимо стремиться к уменьшению диапазона изменения токов в отклоняющей катушке путем рационального выбора отклоняющей системы.

4. Быстродействие выходного каскада главным образом определяется временем установления переходного процесса в отклоняющей катушке при воздействии на вход ступенчатого напряжения.

5. При больших скоростях развертки уменьшение влияния паразитной емкости цепи отклоняющей катушки на величину запаздывания начала развертки достигается включением отклоняющей катушки в цепь эмиттера выходного транзистора, так как эта емкость быстро заряжается через малое выходное сопротивление эмиттерного повторителя на составном транзисторе.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. З. Модель, В. В. Драгинис. Высокостабильные оконечные каскады генераторов низкочастотной развертки на транзисторах. «Радиотехника», т. 16, № 7, 1961.
2. А. М. Тищенко и др. Расчет и проектирование импульсных устройств на транзисторах. Изд-во «Сов. радио», 1964.
3. С. Д. Додик. Полупроводниковые стабилизаторы постоянного напряжения и тока. Изд-во «Советское радио», 1962.
4. С. Шварц. Полупроводниковые схемы. Изд-во иностр. лит., 1962.
5. Справочник по полупроводниковым диодам и транзисторам. Изд-во «Энергия», 1968.

СПОСОБЫ ОТОБРАЖЕНИЯ С ДИСКРЕТНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ ЭЛЕМЕНТОВ ИНДИКАТОРА

А. И. Бых, Ю. К. Худенский, Ф. Я. Евсеев

Харьков

В работе [1] рассмотрены современные индикаторные устройства индивидуального и коллективного пользования и дан анализ их параметров. Авторы предлагают сравнивать индикаторные устройства по двум группам критериев, характеризующим способ, положенный в основу построения таких устройств. Эти группы учитывают эргономические параметры, связанные с психофизиологическими возможностями человека-оператора, и технические параметры, общие для большей части радиоэлектронной аппаратуры.

Различные индикаторные устройства, построенные на ЭЛТ, подробно рассмотрены в монографии [2].

Анализируя современные разработки индикаторов, авторы [1] попытались оценить технические возможности ряда новых перспективных способов индикации: использующих аналоговое управление; включающих дискретное управление элементами. Аналоговое управление применяется в устройствах отображения с оптическими квантовыми генераторами (ОКГ) [2]. По аналогии с ЭЛТ последние можно назвать безвакуумными фотонными кинескопами. Все остальные способы индикации, описанные в работе [1], можно отнести ко второй группе. Их можно применять при создании матричных и мозаичных экранов. Кроме того, они принципиально приемлемы для решения проблемы больших экранов [2].

Способы, включающие дискретное управление элементами индикатора, в свою очередь, делятся на: реализованные на элементах с собственным свечением; реализованные на элементах, которые воздействуют на свет от постороннего источника, входящего в состав индикатора.

Элементы с собственным свечением используются для создания плазменных панелей [3, 4], индикаторов на полупроводниковых излучающих диодах [5, 6, 7], устройств отображения на порошковых и тонкопленочных люминофорах [5, 8].

Ко второй подгруппе относятся способы с использованием тонких магнитных пленок [9, 10], ферроэлектрической керамики [11], жидких кристаллов [12], кристаллов железо-иттриевого граната [13].

Электрохимические способы индикации относятся и к первой подгруппе (электрохемилюминесцентные), и ко второй (электрохромные) [16, 17].

Параметры устройств с дискретным управлением элементами индикатора (таблица) соответствуют критериям оценки, предложенным в работе [1].