

Выводы

При расчете системы АПЧ лазера необходимо учитывать нелинейный характер статической характеристики регулирующего элемента, использующего пьезокерамические элементы из материала ЦТС-19.

Рабочая область управляющего устройства значительно органичивается частотами, при которых амплитуды колебаний зеркала распределены неравномерно по отражающей поверхности.

ЛИТЕРАТУРА

1. G. Vignbaum. Frequency Stabilization of Gas Laser.— Proc. IEEE, 1967, v. 55, N 6.
2. Г. А. Ленкова, А. И. Лохматов, И. А. Михальцова. Одночастотный стабилизированный гелий-неоновый лазер.— Автометрия, 1971, № 1.
3. Г. М. Коваленко. Обратный пьезоэффект поликристаллического BaTiO_3 в статическом режиме измерений.— Известия АН СССР. Сер. физическая, 1957, т. 21, № 3.
4. Е. П. Попов, Н. П. Пальтов. Приближенные методы исследования нелинейных автоматических систем. М., Гос. изд-во физ.-мат. лит., 1960.

Поступило в редакцию 19 октября 1973 г.

УДК 621.373.432

В. А. СМЕРНОВ

(Новосибирск)

СТАБИЛИЗИРОВАННОЕ ВЫПРЯМИТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПИТАНИЯ ЕМКОСТНЫХ НАКОПИТЕЛЕЙ ЭНЕРГИИ

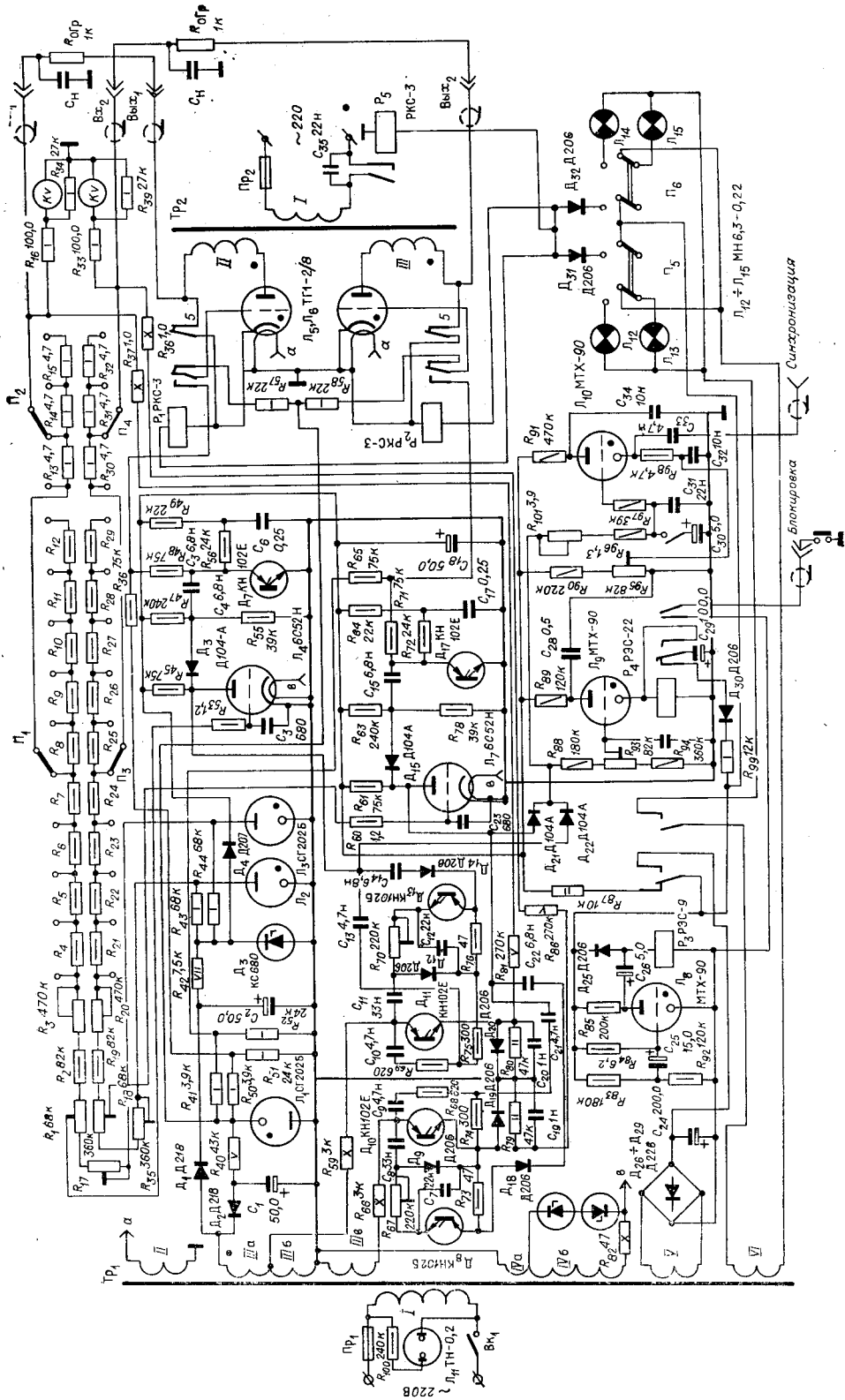
В настоящее время наиболее распространен способ накачки твердотельных лазеров с помощью ксеноновых импульсных ламп. Источником питания импульсных ламп служат емкостные накопители энергии. Обычно величина емкости накопителей составляет 100—1000 мкФ, а запасаемая энергия — единицы килоджоулей. Для заряда таких накопителей применяют высоковольтные сильноточные выпрямительные устройства. При работе лазера в частотном режиме мощность таких устройств достигает нескольких киловатт, к тому же выпрямительное устройство работает на емкостную нагрузку и должно обеспечивать большую импульсную мощность.

В экспериментах с использованием лазера часто требуется не только регулировать напряжение заряда накопителей, но и стабилизировать его с точностью до долей процента.

Феррорезонансные и электронные стабилизаторы при больших стабилизируемых мощностях громоздки и дороги [1]. Наиболее компактными и простыми являются выпрямительные устройства с тиратронами в качестве вентилях. Регулировка и стабилизация зарядного напряжения в таких устройствах осуществляется выключением тиратрона в момент времени, когда напряжение достигает заданной величины. Однако тиратрон, работающий в это время, погаснет только после того, как напряжение на участке анод — катод приблизится к нулю. Запаздывание выключения тиратрона приведет к некоторому превышению зарядного напряжения над заданной величиной. Это неуправляемое время работы тиратрона зависит от соотношения между амплитудой напряжения на аноде тиратрона и напряжением на накопителе в момент выключения. Нестабильность можно сделать малой и одинаковой при любом напряжении на накопителе, если ввести фазовое управление работой тиратрона. В этом случае с каждым последующим полупериодом выпрямления угол запаздывания зажигания уменьшается таким образом, что тиратрон включается в момент наименьшего напряжения между анодом и катодом, при котором он надежно поджигается. Однако при этом уменьшается зарядный ток, что увеличивает время заряда накопителя. Этот недостаток устраняется, если вначале тиратрон

Принципиальная схема выпрямительного устройства:

резисторы $R_1 \rightarrow R_{12}$, $R_{21} \rightarrow R_{29}$ 470 КОМ, 1%; контакт 5 — реле P_2 , P_3 высоковольтный.



работает в режиме максимального тока, а затем по достижении 0,85* от величины требуемого напряжения выключается фазовое управление. При этом дозарядка накопителя производится малым током и нестабильность получается минимальной.

По такому принципу построена схема блока стабилизации описываемого выпрямительного устройства.

Характеристика выпрямительного устройства. Устройство имеет два независимых канала. Максимальная мощность устройства 2,5 кВт. Максимальное зарядное напряжение 4 кВ. Плавная регулировка напряжения в диапазоне 100 В \div 4 кВ. Точность стабилизации не хуже 0,8% при изменении напряжения в сети на $\pm 10\%$.

Описание схемы устройства. На рисунке показана принципиальная схема выпрямительного устройства. Устройство имеет два идентичных независимых канала. Это становится важным, например, при совместной работе лазера с квантовым усилителем [2]. Высоковольтные выпрямители собраны по схеме однополупериодного выпрямления на тиратронах Л₅, Л₆. Блок стабилизации (для одного канала) включает в себя генератор фазоуправляющих импульсов на динисторах Д₁₁, Д₁₃, схему сравнения Л₃, Л₄ и генератор запускающих импульсов на динисторе Д₇. Схема работает следующим образом. На динистор Д₁₁ поступает положительный полупериод переменного напряжения с Тр₁ и включенное согласно с ним напряжение с накопителя U_n , выделяющееся на резисторе R₈₀. Амплитуда переменного напряжения U_n такова, что при $U_n = 0$ динистор Д₁₁ переключается, когда фазовый угол напряжения U_n равен 80°. При переключении динистора Д₁₁ на резисторе R₇₅ выделяется импульс отрицательной полярности, который поступает на схему сравнения. Схема сравнения состоит из усилителя постоянного тока Л₄, в сеточной цепи которого включен источник опорного напряжения Л₃, и диодного ключа, собранного на диоде Д₅. Смещение на диоде подбирается таким образом, что при потенциале на сетке Л₄, соответствующем напряжению на накопителе 0,85 от требуемого, диод перестает пропускать импульс, поступающий с R₇₅. Прошедший импульс переключает динистор Д₇ и на сетку тиратрона Л₅ поступает поджигающий импульс. На динисторе Д₁₃ собрана схема задержки. Динистор Д₁₃ переключается через время, соответствующее дополнительному сдвигу фазы напряжения U_n на 90° относительно момента переключения Д₁₁. Задержанный отрицательный импульс с резистора R₇₆ поступает на схему сравнения. Амплитуда импульса такова, что диод Д₅ пропускает импульс до момента, когда потенциал на сетке Л₄ соответствует напряжению на накопителе, равному требуемому. С ростом напряжения U_n фазовый угол переменного напряжения, при котором переключаются динисторы Д₁₁, Д₁₃, уменьшается. Делитель для U_n подобран так, что при максимальном напряжении на накопителе фазовый угол для динистора Д₁₁ равен 10°. Тогда при значении U_n больше, чем 0,85 от величины требуемого напряжения, динистор Д₇, запускаемый задержанным импульсом, в каждый полупериод выпрямления будет поджигать тиратрон в тот момент, когда напряжение между анодом и катодом равно минимальному, при котором тиратрон еще надежно поджигается. На Л₈ собрана схема реле времени, которое включает цепь питания высоковольтного трансформатора через две минуты — время, необходимое для разогрева тиратронов Л₅, Л₆. Схема на Л₉ обеспечивает отключение высоковольтного трансформатора, когда в результате каких-либо неполадок в схеме тиратроны Л₅, Л₆ перестают управляться и напряжение на накопителе поднимается до максимального значения, что может привести к разрушению источников накачки лазера. Блок на Л₁₀ обеспечивает работу выпрямительного устройства в режиме максимально возможной частоты повторения при заданных R_{огр} и емкости накопителя, поскольку со схемы выдается импульс синхронизации в момент равенства зарядного напряжения требуемому.

Проведенные замеры напряжения на накопителе показали, что нестабильность не превышает величины 0,8% при значениях напряжения на накопителе выше 500 В.

ЛИТЕРАТУРА

1. Я. С. Ицхоки. Импульсная техника. М., «Советское радио», 1949.
2. В. Ю. Рогинский. Электропитание радиоустройств. М., Госэнергоиздат, 1970.

Поступило в редакцию 3 марта 1972 г.

* Значение 0,85 выбрано потому, что при стабилизации малых напряжений на накопителе нестабильность составляет 0,15 от требуемой величины напряжения.