

УДК 681.3

<https://doi.org/10.33619/2414-2948/88/30>

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ОБУЧАЮЩИХ СИСТЕМ С ВИРТУАЛЬНЫМИ ЭЛЕКТРОННЫМИ ТРЕНАЖЕРНЫМИ УСТРОЙСТВАМИ

©Цыбов Н. Н., ORCID: 0000-0003-3196-0496, SPIN-код: 7787-2869, канд. техн. наук,
Киргизский государственный технический университет им. И. Раззакова,
г. Бишкек, Кыргызстан, nikolay_research@mail.ru

©Галбаев Ж. Т., ORCID: 0000-0002-9460-2242, SPIN-код: 8847-0350, д-р техн. наук,
Киргизский государственный технический университет им. И. Раззакова,
г. Бишкек, Кыргызстан, jalal1603@mail.ru

SPECIFICITIES OF ENGINEERING OF TRAINING INFORMATION SYSTEMS WITH VIRTUAL ELECTRONIC TUTORING DEVICES

©Tsybov N., ORCID: 0000-0003-3196-0496, SPIN-code: 7787-2869, Ph.D., Kyrgyz State
Technical University I. Razzakov, Bishkek, Kyrgyzstan, nikolay_research@mail.ru

©Galbaev Zh., ORCID: 0000-0002-9460-2242, SPIN-code: 8847-0350, Dr. habil., Kyrgyz State
Technical University I. Razzakov, Bishkek, Kyrgyzstan, jalal1603@mail.ru

Аннотация. При изучении технических дисциплин особое внимание уделяется участию студентов в проведении научных экспериментов. Но не все эксперименты возможно реализовать в физических лабораториях ввиду большой стоимости и большой сложности. В таких случаях информационные технологии предоставляют возможность создания образовательных систем виртуальной реальности, разновидностью которых являются когнитивные информационные обучающие системы, включающие в себя виртуальные тренажерные устройства. Методологической основой исследований компонентов виртуальных тренажерных устройств и информационной обучающей системы в целом являлся комплексное применение взаимодополняющих подходов и методов, основными из которых были методы декомпозиции, агрегирования, структурный и когнитивный анализ. Одной из наиболее существенных недостатков существующих информационных обучающих систем является их низкая дидактическая эффективность, поэтому целью данной статьи является создание виртуальных электронных тренажерных устройств в составе когнитивных обучающих систем, учитывающих в своих алгоритмах функционирования личностные качества участников образовательного процесса и тем самым обеспечивающих возможность применения личностно-ориентированного подхода в образовании. В статье представлены схемотехнические решения проектирования информационных обучающих систем, включающих в себя виртуальные модели прецизионных систем питания и прецизионных систем усиления. При построении мощных систем питания получена возможность полной компенсации нестабильности выходного напряжения при изменении тока нагрузки до 50 А. Также предложено решение создания широкополосных усилителей с коэффициентом гармоник 0,003%. В работе предложены схемотехнические решения тренажерных виртуальных электронных устройств, имеющих возможность предоставлять студентам для проектирования узлы разной сложности. В работе предложены методы повышения дидактической эффективности применения информационных обучающих систем.

Abstract. In the study of engineering disciplines, special attention is paid to students' participation in conducting scientific experiments. But not all experiments can be implemented in physical laboratories due to the high cost and great complexity. In such cases, information technologies provide an opportunity to create virtual learning systems, a kind of which is cognitive training information systems, including virtual tutoring devices. The methodological basis for researching the components of virtual tutoring devices and training informational system as a whole was the complex application of mutually complementary approaches and methods, the main of which were methods of decomposition, aggregation, structural and cognitive analysis. One of the most significant shortcomings of existing training information systems is their low didactic efficiency, therefore, the purpose of this article is to create virtual electronic training devices as part of cognitive learning systems which functioning algorithms take into account the education process participant's personal qualities and thereby provide the opportunity of using a student-oriented approach in education. The article presents schematic solutions for the engineering of training information systems, which include virtual models of precision power systems and precision amplification systems. By building powerful power supply systems, it was possible to fully compensate the instability of the output voltage when the load current changes up to 50 A. Solutions were also proposed to create broadband amplifiers with a harmonic coefficient of 0.003%. The work proposes schematic solutions for virtual electronic training devices that can provide students with nodes of various complexities in engineering. The work presents methods for increasing the didactic efficacy of the use of training information systems.

Ключевые слова: обучающие информационные системы, дидактическая эффективность, системный анализ, психофакторы, тренажерные электронные устройства, средства психодиагностики.

Keywords: training information systems, didactic efficacy, system analysis, psychofactors, electronic training devices, psychodiagnostic tools.

Введение

Обучение в технических вузах не обходится без программно-аппаратных имитационно-моделирующих средств. Особенностью информационных образовательных ресурсов является возможность создания эффективной интерактивной среды обучения с расширенными возможностями.

Когнитивные обучающие системы представляют собой автоматизированные информационные системы управления процессом обучения [1, 2].

Сложностями при создании информационных образовательных ресурсов является отсутствие единого математического подхода при описании моделей компонентов образовательного процесса, а также отсутствие в алгоритмах функционирования обучающих систем закономерностей теорий и концепций обучения [3, 4].

Причинами, снижающими эффективность применения информационных обучающих систем, является также отсутствие автоматизированных компонентов для реализации лично-ориентированного подхода в образовании.

Целью данной статьи является создание информационных обучающих систем и виртуальных электронных тренажерных устройств, учитывающих в своих алгоритмах функционирования личностные качества участников образовательного процесса и тем самым

обеспечивающих возможность применения личностно-ориентированного подхода в образовании.

Материал и методы исследования

Ввиду нелинейности процесса обучения, и неопределенностей педагогических ситуаций методологической основой при исследовании информационной обучающей системы и виртуальных тренажерных устройств являлся комплексный подход.

При выявлении структурных связей применялись методы декомпозиции и агрегирования.

При выявлении особенностей функционирования составных узлов применялся структурный анализ.

При выявлении слабоструктурированных компонентов применялся когнитивный анализ.

Результаты и обсуждение

Рассмотрим особенности создания информационных образовательных обучающих систем с виртуальными тренажерными электронными устройствами на примере предлагаемой нами обучающей системы, выполненной по авторским патентам №2229 КГ и №2303 КГ.

Упрощенная структурная схема информационной обучающей системы приведена на Рисунке 1.



Рисунок 1. Информационная обучающая система

Особенностью информационной обучающей системы является:

– виртуальные тренажерные устройства, входящие в состав обучающей системы, выполняют роль датчиков обученности и индицируют состояние объекта управления процессом обучения;

– тренажерные устройства в соответствии с командами управления с учетом результатов психодиагностики личностных качеств обучающихся предлагают студенту к проектированию варианты электронных узлов разной сложности;

– визуальный материал выводится на мониторах в цветовой комбинации с учетом особенностей психологического восприятия обучающегося [5];

– информационная система содержит в своем составе модуль диагностики личностных качеств участников образовательного процесса и тем самым способствует реализации личностно-ориентированного подхода в обучении;

– информационная система применяет усовершенствованный системный анализ за счет применения новых элементов психофакторов [6, 7];

– информационная обучающая система функционирует в асинхронном режиме и позволяет реализовывать процесс обучение в любое свободное для студента время.

Ввиду нелинейности протекания учебного процесса и постоянным изменением его качественных характеристик при формализации компонентов образовательного процесса при проектировании информационной системы применялся синергетический подход. Самоорганизующая система обучения с применением информационных образовательных ресурсов в этом случае будет представлена в виде эргатической модели «студент – информационные средства обучения» [8].

Взаимосвязь информационной обучающей системы с тренажерными электронными устройствами обеспечивается не только по функции управления подачи учебного материала, но и по результатам психодиагностики личностных качеств участников образовательного процесса. Взаимосвязь психофакторов с компонентами тренажерных электронных устройств происходит следующим образом:

– на устройство управляющих воздействий тренажерных электронных устройств от измерителей состояния системы подаются входные данные, содержащие суммарную информацию обычных измерителей состояния и измерителей психофакторов. И тогда психофакторы выступают в роли измерителей состояния объекта управления, которым является обучающийся. В данном схемотехническом решении результаты психодиагностики психофакторов одновременно являются и базовой основой для формирования новых компонентов системного анализа – когнитивными элементами психофакторов.

Особенность виртуальных тренажерных электронных устройств является наличие в их составе набора одинаковых по функциональному назначению узлов и различных по уровню схемотехнической сложности.

Информационная обучающая система по результатам анализа личностных качеств и по результатам тестирования академической подготовки сонстраивает тренажерные электронные устройства с обучающимися и выдает к проектированию обучающемуся задание со сложностью, соответствующее его академической подготовки и его личностным качествам.

Информационная обучающая система в своем составе содержит 13 тренажерных электронных устройств подтвержденных патентами КР. Рассмотрим применение виртуальных тренажерных электронных устройств на примерах тренажерных моделей «прецизионного широкополосного усилителя» и «прецизионного стабилизатора напряжения».

Прецизионный широкополосный усилитель при выходной мощности 600 ват функционирует в диапазоне частот от 10 Гц до 500 к Гц при коэффициенте гармоник не хуже 0,003% (Рисунок 2).

В зависимости от уровня академической подготовки и личностных особенностей информационная система предлагает студенту к проектированию узлы разной сложности.

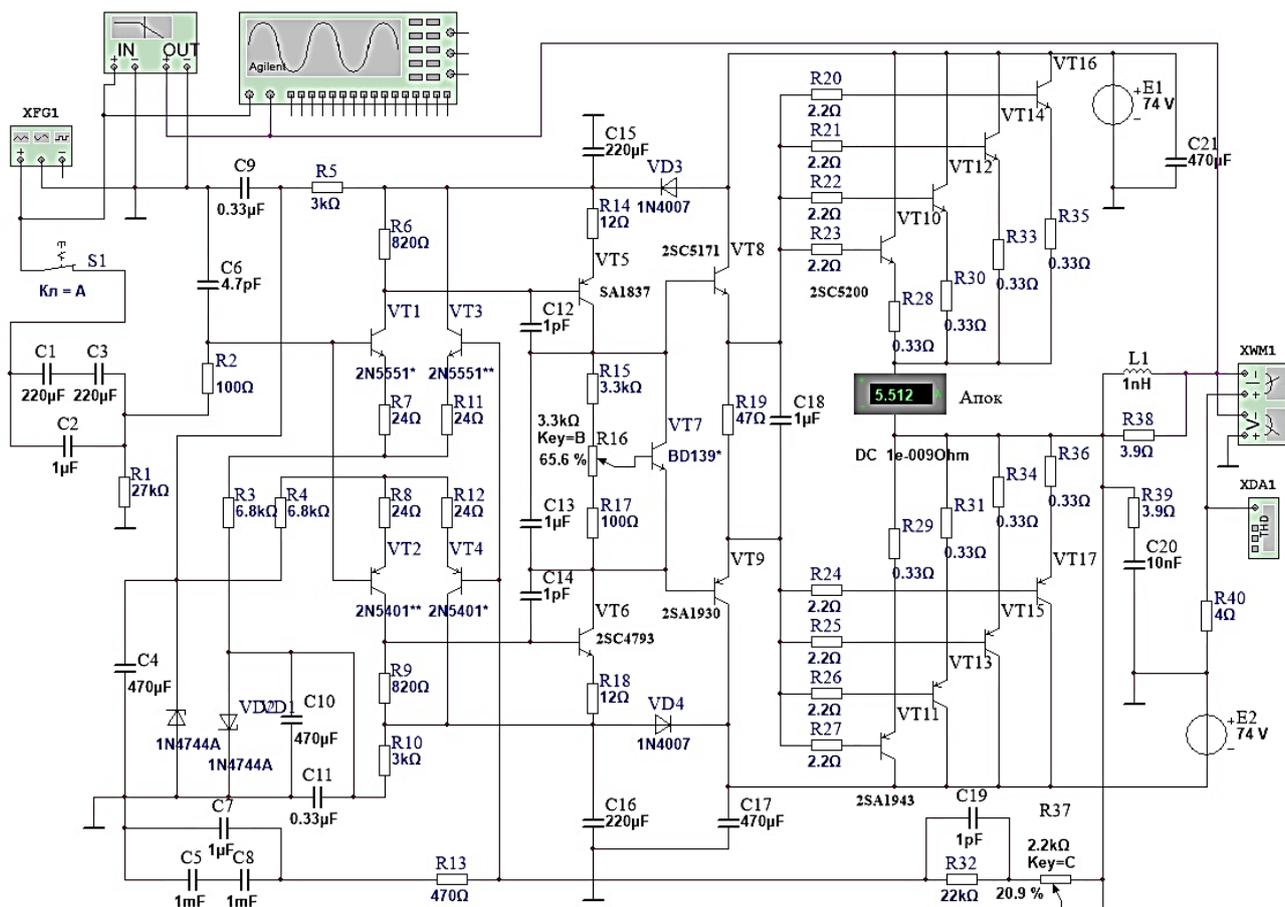


Рисунок 2. Прецизионный широкополосный усилитель

Например, при заданной мощности 600 Вт выходной двухтактный каскад студенту необходимо будет выполнить в виде составного блока из четырех комплементарных пар транзисторов Toshiba 2SC5200-2SA1943. При этом студенту предлагается:

– рассчитать максимальное значение коллекторного напряжения выходных транзисторов:

$$U_{К.А.ВЫХ.} = \sqrt{2 \times P_{MAX} \times R_H} = \sqrt{2 \times 600 \times 4} = 69,282 V$$

– рассчитать максимальную амплитуду коллекторного тока каждого транзистора:

$$I_{К.А.ВЫХ.} = \frac{U_{КА}}{R_H} = \frac{69,282}{4} = 17,32 A$$

– рассчитать оптимальное значение напряжения питания усилителя:

$$E_{ПИТ} = (1,05...1,1) \times (U_{КА} + U_{КЭнас.}) = 1,06 \times (69,282 + 0,5) = 73,96 V$$

– рассчитать амплитуду тока базы каждого выходного транзистора:

$$I_{Б.вых} = \frac{I_{К.А.ВЫХ.}}{h_{21Э}} = \frac{17,32}{60} = 0,288 A$$

– рассчитать величину обратного тока коллектора транзистора выходного каскада:

$$I_{КОМАХ} = I_{К0(20^{\circ}C)} \times e^{(0,08...0,13)(t_{КМАХ}-20)} = 5 \times 10^{-6} \times e^{0,08 \times (50-20)} = 250 \times 10^{-6} A$$

– рассчитать общее значение обратного тока коллектора для составного блока выходных транзисторов:

$$I_{КОМАХ} = 250 \times 10^{-6} \times 4 = 1 \times 10^{-3} A$$

– рассчитать компенсирующие резисторы, включенные в базовые и эмиттерные цепи в целях уменьшения эффекта асимметрии транзисторов выходного каскада:

$$R_{Э} = (0,04-0,05) R_H = (0,04-0,05) \times 4 = 0,33 \text{ Ом}; R_{Б} = (5...10) R_{Э} = (5...10) \times 0,33 = 2,2 \text{ Ом}$$

– рассчитать мощность рассеивания на сборке из четырех транзисторов:

$$P_{K.+} = P_{K.-} = 0,1 \times \frac{U^2_{КА.ВЫХ.}}{R_H} + E_{ПИТ.} \times I_{ПОК.ВЫХ.} = 0,1 \times \frac{69,282^2}{4} + 74 \times 0,12 = 128,88 \text{ Вт.}$$

В случае расчета усилителя с выходной мощностью 100–150 Вт студенту будет предложен расчет выходного каскада, выполненного на одной комплементарной паре транзисторов Toshiba 2SC5200-2SA1943.

В зависимости от количества рассчитываемых каскадов студенту необходимо будет решить вопрос применения корректирующих цепочек, улучшающих устойчивость к возбуждению, а также решить вопрос применения корректирующих цепочек для уменьшения частотных и фазовых искажений. По результатам расчета усилителя студенту необходимо будет промоделировать работу разработанного усилителя в программной среде Multisim. На Рисунках 3–5 представлены примеры результатов моделирования функционирования прецизионного усилителя мощностью 600 Вт.

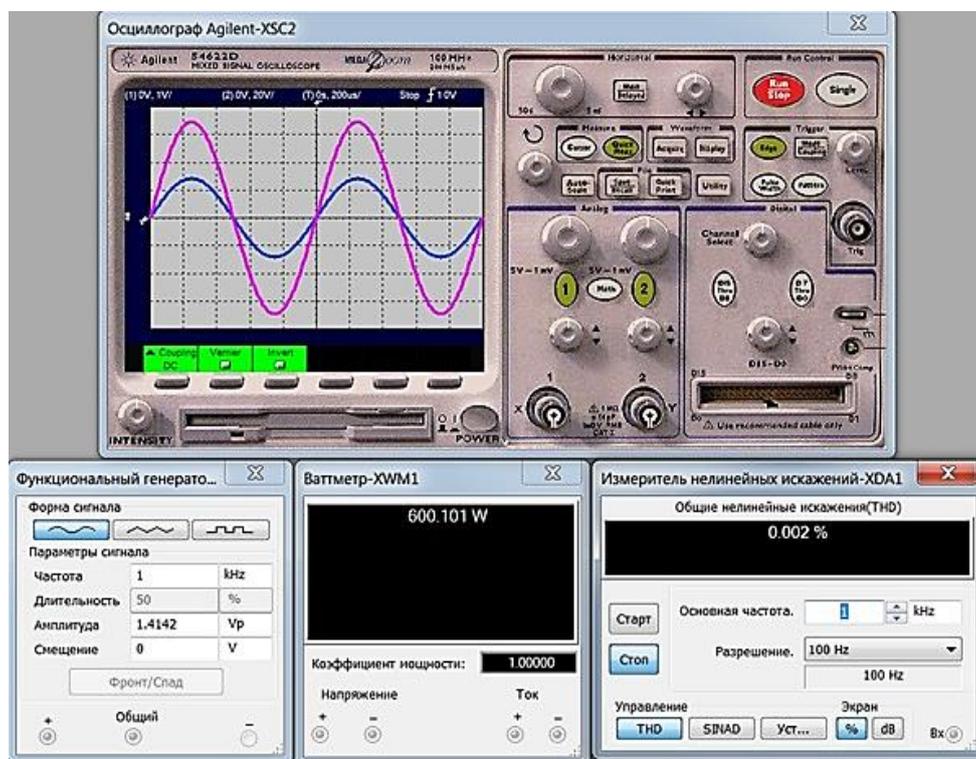


Рисунок 3. Коэффициент нелинейных искажений при мощности 600 Вт

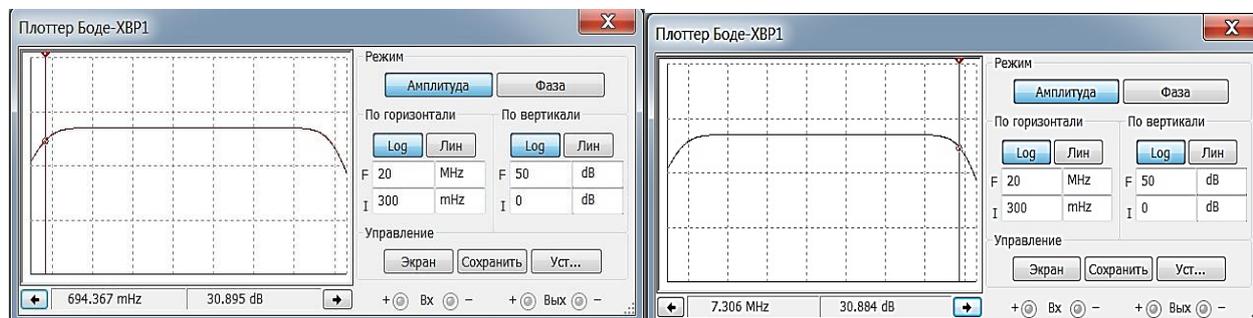


Рисунок 4. АЧХ от 0,7 Гц до 7,3 МГц

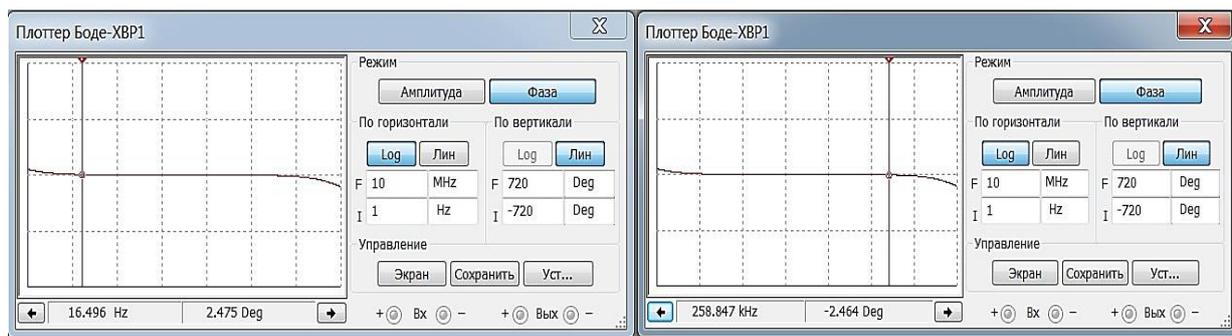


Рисунок 5. ФЧХ при фазовых искажениях менее $2,5^\circ$

По результатам психодиагностики личностных качеств студентов и в зависимости от сложности функциональных узлов предлагаемых решений для студента информационная обучающая система выявляет когнитивные возможности обучаемого. Поэтому тренажерное электронное устройство одновременно выполняет роль датчика состояния образовательного процесса и датчика уровня обученности.

Рассмотрим применение виртуальной модели тренажерного электронного устройства «прецизионного стабилизатора напряжения постоянного тока (Рисунок 6).

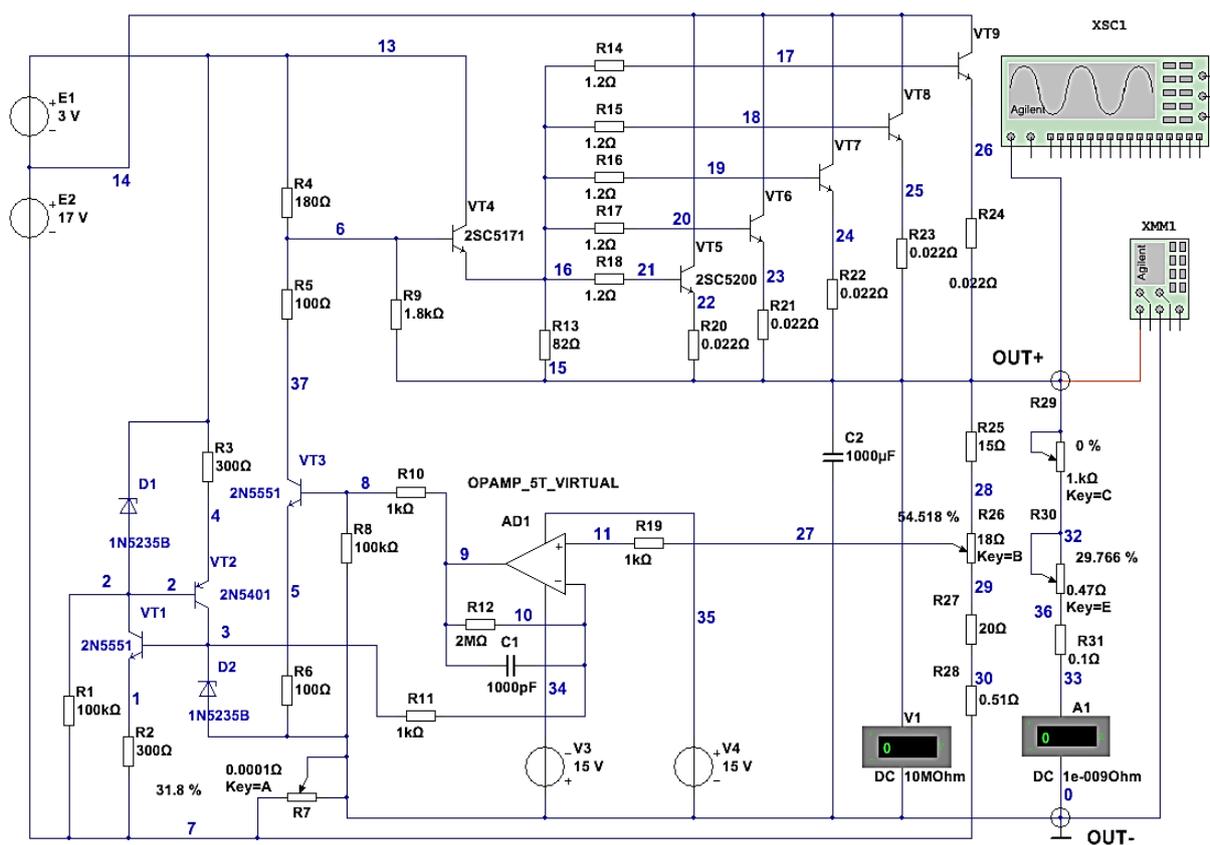


Рисунок 6. Прецизионный стабилизатор напряжения

Прецизионный стабилизатор при выходном напряжении 12 В и токе нагрузки 50 А имеет стабильность по току нагрузки не хуже 0,001% при стабильности выходного напряжения не хуже 0,03% (патент KG №2029).

Прецизионный стабилизатор содержит шесть основных узлов. По результатам тестирования информационная обучающая система предлагает студенту к проектированию по каждому из шести узлов варианты разной сложности.

К примеру, при проектировании узла опорного напряжения в случае требований к точности стабилизации лучше 0,1% студенту предлагается рассчитать узел опорного напряжения на двух встречно включенных токовых стабилизаторах VT1–VT2–D2 [9, 10].

В этом случае студенту предлагается проанализировать элементную базу компонентов и применить оптимальные схемотехнические решения для создания прецизионного опорного напряжения. Такую высокую стабильность выходного напряжения системы электропитания лучше 0,1% прецизионный стабилизатор обеспечить не сможет, поэтому студенту предлагается применить схемотехнические решения, при которых сам прецизионный стабилизатор должен быть запитан от стабилизатора тока и в свою очередь стабилизатор тока также должен питаться стабилизированным током. Также стоит учесть, что при требованиях к стабильности напряжения лучше 0,1% и при больших токах нагрузки (50 А) метода питания прецизионного стабилизатора стабильным током не достаточно, поэтому студенту предлагается рассчитать параметры положительной обратной связи, которая может создавать незначительные приращения величины опорного напряжения при увеличении тока нагрузки при падении напряжения на резисторе R4 (см. R4 на Рисунке 7 а) [11].

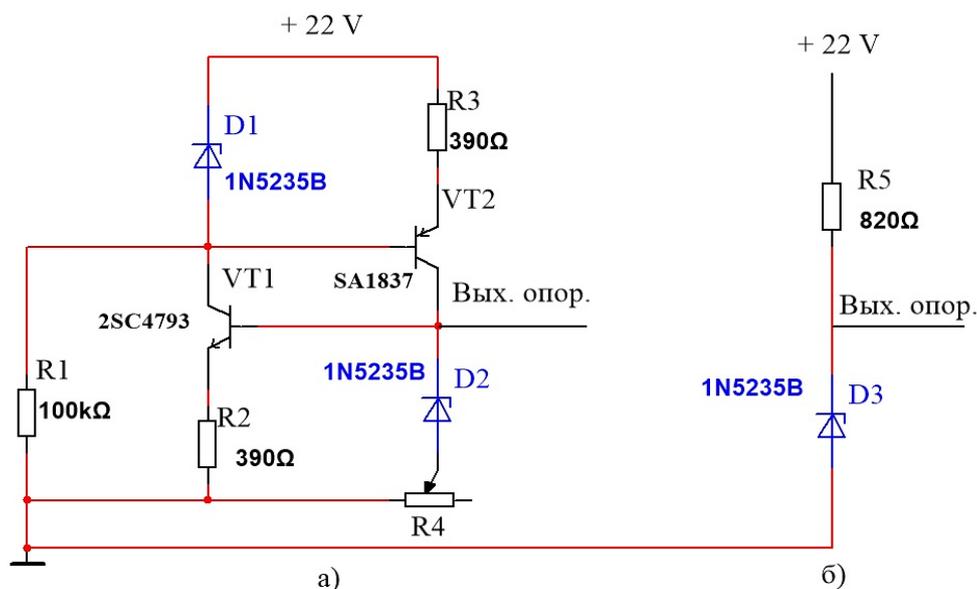


Рисунок 7. Прецизионный источник опорного напряжения (а) и традиционный источник опорного напряжения (б)

При расчете узла опорного напряжения студенту предлагается рассчитать параметры и номиналы входящих в узел компонентов.

Номиналы токозадающих резисторов R2 и R3 узла опорного напряжения при этом определяются из выражения:

$$R_2 = R_3 = \frac{U_{CTVD1} - \Delta U_{БЭ.VT2}}{I_{CTVD1}} = \frac{6,8 - 0,82}{0,02} = 300 \text{ Ом},$$

где: $U_{CT.VD1}$ – номинальное напряжение стабилизации стабилитронов VD1 и VD2; $-\Delta U_{БЭ.VT2}$ напряжение база-эмиттер VT2; $I_{CT.VD1}$ – рекомендуемый ток VD1 и VD2.

В целях первоначального запуска встречно включенных стабилизаторов тока на транзисторах VT1 и VT2 студенту необходимо будет при моделировании экспериментально подобрать величину номинала запускающего резистора R1. Так как через транзисторы протекает ток для питания стабилитронов VD1 и VD2, равный 20 мА, студенту необходимо

рассчитать мощность, рассеиваемую на транзисторах VT1 и VT2. Для этого необходимо будет определить падения напряжения между коллектором и эмиттером и коллекторные токи транзисторов.

Напряжение коллектор эмиттер будет определяться из выражения:

$$\Delta U_{KЭ.VT1} = \Delta U_{KЭ.VT2} = E_{2MAX} + E_1 - \Delta U_{R3} - U_{VD2} = 20,4 + 3 - 6 - 6,8 = 10,6В,$$

где: $\Delta U_{KЭ.VT2}$ – напряжения коллектор эмиттер VT1 и VT2; E_{2MAX} — напряжение; E_1 — напряжение питания; E_1 — питание вольтодобавки; ΔU_{R3} – падение напряжения на R3; U_{VD2} – номинальное напряжение стабилизации VD1 и VD2.

Токи коллектора VT1 и VT2, будут равны токам через сопротивления R2 и R3:

$$\Delta U_{R3} = \Delta U_{CT.VD1} - \Delta U_{БЭ.VT2} = 6,8 - 0,8 = 6В,$$

где: ΔU_{R3} — напряжения на R2 и R3; $\Delta U_{CT.VD1}$ — напряжения стабилизации VD1 и VD2; $\Delta U_{БЭ.VT2}$ — напряжение база эмиттер VT1 и VT2. Ток коллектора, равный току резистора R3 определится из выражения:

$$I_{R3} = \frac{\Delta U_{R3}}{R_3} = \frac{6}{300} = 20 \times 10^{-3} А,$$

где: I_{R3} — ток через R3; ΔU_{R3} — напряжение на R3.

Зная коллекторные токи и падения напряжения на коллектор-эмиттерных переходах вычисляется мощность, рассеиваемая на транзисторах VT1 и VT2:

$$P_{PAC.VT1} = P_{PAC.VT2} = I_{K.VT2} \times \Delta U_{KЭ.VT2} = 20 \times 10^{-3} \times 10,6 = 0,212 Вт,$$

где: $P_{PAC.VT1} = P_{PAC.VT2}$ — рассеиваемая мощность на VT1 и VT2; $I_{K.VT2}$ — коллекторный ток VT2; $\Delta U_{KЭ.VT1}$ – падение напряжения на коллекторно-эмиттерном переходе транзистора VT1 и VT2. Эта мощность меньше предельно допустимой мощности 0,65 Вт.

В случае проектирования стабилизатора с точностью 1% достаточно будет применить обычный параметрический стабилизатор на прецизионном стабилитроне 1N5235 В (Рисунок 7 б).

В случае проектирования выходных регулирующих каскадов прецизионного стабилизатора в зависимости от тока нагрузки студенту предлагается рассчитать параметры выходных транзисторов и номиналы входящих в схему компонентов.

При токах нагрузки 50 А необходимо применить составной выходной регулирующий каскад из пяти транзисторов Toshiba 2SC5200 (Рисунок 8) [12].

При проектировании составных мощных каскадов необходимо учитывать разброс параметров применяемых транзисторов. В целях уравнивания токов через транзисторы и в целях предотвращения превышения допустимой мощности на них необходимо установить уравнивающие сопротивления в базовые (R13–R17) и эмиттерные (R19–R23) цепи транзисторов VT6–VT10.

При расчете базовых уравнивающих сопротивлений определяется падение напряжения на них. Чтобы не увеличивать потери мощности рассеивания на уравнивающих резисторах традиционно принимают допустимые потери на базовых сопротивлениях равные падению напряжения $(0,15-0,2)U_{БЭ.VT6}$. В конкретном схемотехническом решении это будет составлять $(0,17)U_{БЭ.VT6}$. Тогда номинал базовых уравнивающих сопротивлений будет равен:

$$I_{Б.VT6} = \frac{I_{K.VT6}}{\beta_{VT6}} = \frac{10}{60} = 0,1666,$$

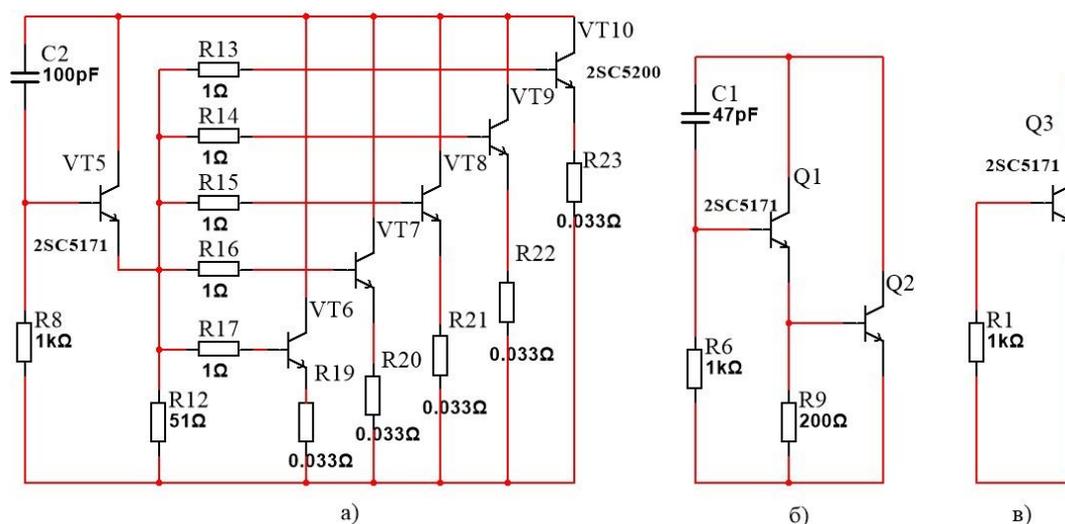


Рисунок 8. Выходные и предоконечные каскады стабилизатора при токе нагрузки 50 А (а), при токе 10 А (б) и при токе 0,2 А (в)

где $I_{Б.VT6}$ — ток базы транзистора VT6; $I_{К.VT6}$ — ток коллектора VT6; β_{VT6} — коэффициент усиления по току VT6.

$$R_{17} = \frac{\Delta U_{R17}}{I_{Б.VT6}} = \frac{0,17}{0,1666} = 1,02 \text{ Ом},$$

где $I_{Б.VT6}$ — ток базы VT6; ΔU_{R17} — падение напряжения на сопротивлении R17.

При расчете эмиттерных уравнивающих сопротивлений определяется падение напряжения на них. Чтобы не увеличивать потери мощности рассеивания на уравнивающих резисторах традиционно принимают допустимые потери на эмиттерных сопротивлениях равные падению напряжения $(0,2-0,35)U_{БЭ.VT6}$. В конкретном схемотехническом решении это будет составлять $(0,33)U_{БЭ.VT6}$. Тогда номинал эмиттерных уравнивающих сопротивлений будет равен:

$$R_{19} = \frac{\Delta U_{R19}}{I_{НАГ.МАХ.VT6}} = \frac{0,33}{10} = 0,033 \text{ Ом},$$

где $I_{НАГ.МАХ.VT6}$ — ток эмиттера VT6; ΔU_{R19} — падение напряжения на сопротивлении R19.

Сопротивление R12, включенное между базами составного каскада и их общим проводом выбирается из условия падения на нем напряжения при минимальном токе нагрузки меньше отпирающего напряжения транзистора, 10 ... 15% от минимально открывающего напряжения.

Для расчета сопротивления R12 предварительно необходимо рассчитать величину обратного тока коллекторов составного каскада.

$$I_{КОМАХ} = I_{КО(20)} \times e^{(0,1 \dots 0,13)(t_{КМАХ}-20)} = 5 \times 10^{-6} \times e^{(0,1 \dots 0,13) \times (50-20)} = 200 \times 10^{-6} \text{ А}.$$

И так как составной каскад состоит из пяти транзисторов, то общий обратный ток коллектора будет составлять:

$$I_{КОМАХ.ОБЩ} = 200 \times 10^{-6} \times 5 = 1 \times 10^{-3} \text{ А}.$$

Тогда номинал сопротивления R12 можно найти из выражения:

$$R_{12} = \frac{U_{БЭ.VT6.МИН}}{I_{КОМАХ}} \times 0,125 = \frac{0,40}{1 \times 10^{-3}} \times 0,125 = 50 \text{ Ом}.$$

Для определения максимальной рассеивающей мощности на одном транзисторе необходимо определить максимальное падение напряжения на переходе коллектор-эмиттер Транзистора VT6:

$$\Delta U_{КЭ.VT6.МАХ.} = U_{ВХОД.МАХ.} - U_{НОМ.} - \Delta U_{R19} = 20,4 - 12 - 0,22 = 8,18 \text{ В},$$

где: $U_{НОМ}$ — напряжение коллектор-эмиттер VT6; $U_{ВХОД.МАХ.}$ — максимальное напряжение питания; $U_{НОМ.}$ — номинал выходного напряжения стабилизатора.

Тогда мощность рассеивания VT6 (одного из пяти транзисторов выходного каскада), будет равна:

$$P_{ВЫХ. VT6} = \Delta U_{КЭ.VT6.МАХ.} \times \frac{I_{НАГ.МАХ.}}{5} = 8,18 \times \frac{50}{5} = 81,8 \text{ Вт,}$$

где: $P_{ВЫХ. VT6}$ — мощность, на VT6; $\Delta U_{КЭ.VT6.МАХ.}$ — напряжение коллектор-эмиттер VT6; $I_{НАГ.МАХ.}$ — ток нагрузки, равный 50 А.

В случае, если студенту предлагается расчет стабилизатора на 10 А, то выходной каскад может быть выполнен на одном транзисторе Toshiba 2SC5200 (Рисунок 8 б).

В случае, если студенту предлагается расчет стабилизатора на 0,2 А, то в этом случае предоконечный каскад не нужен и выходной каскад может быть выполнен на одном транзисторе 2SC5171 (Рисунок 8 в).

Заключение

1. Проектирование информационных обучающих систем не может быть эффективным без учета личностных качеств участников образовательного процесса, поэтому обучающие системы должны содержать в своем составе средства диагностики и мониторинга личностных качеств обучающихся.

2. Создание информационных образовательных ресурсов должно производиться совместно с созданием методологии применения программно-аппаратных образовательных средств.

3. При проведении анализа функционирования образовательных технических средств значительно повышает эффективность применения анализа, в котором в качестве дополнительных элементов системного анализа применяются результаты диагностики психофакторов, влияющих на образовательный процесс.

4. При формализации компонентов образовательного процесса, учитывая его нелинейность целесообразным является применение синергетических эргатических моделей обучения.

Список литературы:

1. Глушань В. М. Известия ЮФУ. Компьютерные технологии и проблемы построения автоматизированных обучающих и контролируемых систем // Технические науки. 2013. № 7 (144). С. 237-242.

2. Очиллов М. А., Очиллов М. А., Рахимов А. М. Анализ современного состояния разработки и применения компьютерных обучающих систем // Science Time. 2017. №6(42). С. 101-104.

3. Цепковская Т. А., Чопорова Е. И. Проблемы построения автоматизированных обучающих систем // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2017. №1 (16). С. 20.

4. Потапова К. С., Гумберидзе М. Э. Анализ компьютерных обучающих систем в процессе обучения // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2015. Т. 3. №9-1 (20-1). С. 252-256.

5. Цыбов Н. Н. Когнитивные обучающие системы с учетом психофакторов // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2019. №2 (29). С. 139-145.

6. Куприянова С. Н. Анализ процедур системного анализа // Новая наука: от идеи к результату. 2016. № 4-1. С. 49-51.

7. Куприянова С. Н. Анализ задач системного анализа // Новая наука: опыт, традиции, инновации. 2016. №5-2 (83). С. 127-129.
8. Храмов В. В., Витченко О. В., Ткачук Е. О., Голубенко Е. В. Интеллектуальные методы, модели и алгоритмы организации учебного процесса в современном вузе. Ростов-на-Дону, 2016. 152 с.
9. Сумин А. М. Проектирование источника опорного напряжения // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2013. Т. 9. №6-1. С. 104-107.
10. Бормонтов Е. Н., Сухотерин Е. В., Колесников Д. В., Невежин Е. В. Способы стабилизации основных характеристик источника опорного напряжения // Фундаментальные исследования. 2014. №5-5. С. 934-938
11. Коршунов А. И. Влияние внутреннего сопротивления источника напряжения переменного тока на работу импульсного стабилизатора переменного напряжения // Электротехника. 2018. №6. С. 7-14.
12. Голованов М. В., Пристинский И. В., Мизрах Е. А. Исследование мощного стабилизатора напряжения с параллельным включением каналов // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2014. Т. 1. №10. С. 172-173.

References:

1. Glushan, V. M. (2013). Izvestiya YuFU. Komp'yuternye tekhnologii i problemy postroeniya avtomatizirovannykh obuchayushchikh i kontroliruyushchikh system. *Tekhnicheskie nauki*, (7 (144)), 237-242. (in Russian).
2. Ochilov, M. A., Ochilov, M. A., & Rakhimov, A. M. (2017). Analiz sovremennogo sostoyaniya razrabotki i primeneniya komp'yuternykh obuchayushchikh system. *Science Time*, (6(42)), 101-104. (in Russian).
3. Tsepkovskaya, T. A., & Choporova, E. I. (2017). Problemy postroeniya avtomatizirovannykh obuchayushchikh system. *Modelirovanie, optimizatsiya i informatsionnye tekhnologii*, (1 (16)), 20. (in Russian).
4. Potapova, K. S., & Gumberidze, M. E. (2015). Analiz komp'yuternykh obuchayushchikh sistem v protsesse obucheniya. *Aktual'nye napravleniya nauchnykh issledovaniy XXI veka: teoriya i praktika*, 3(9-1 (20-1)), 252-256. (in Russian).
5. Tsybov, N. N. (2019). Kognitivnye obuchayushchie sistemy s uchetom psikhofaktorov. *Vestnik Voronezhskogo instituta vysokikh tekhnologii*, (2 (29)), 139-145. (in Russian).
6. Kupriyanova, S. N. (2016). Analiz protsedur sistemnogo analiza. *Novaya nauka: Ot idei k rezul'tatu*, (4-1), 49-51. (in Russian).
7. Kupriyanova, S. N. (2016). Analiz zadach sistemnogo analiza. *Novaya nauka: Opyt, traditsii, innovatsii*, (5-2 (83)), 127-129. (in Russian).
8. Khramov, V. V., Vitchenko, O. V., Tkachuk, E. O., & Golubenko, E. V. (2016). Intellektual'nye metody, modeli i algoritmy organizatsii uchebnogo protsessa v sovremennom vuze. *Rostov-na-Donu*. (in Russian).
9. Sumin, A. M. (2013). Proektirovanie istochnika opornogo napryazheniya. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*, 9(6-1), 104-107. (in Russian).
10. Bormontov, E. N., Sukhoterin, E. V., Kolesnikov, D. V., & Nevezhin, E. V. (2014). Sposoby stabilizatsii osnovnykh kharakteristik istochnika opornogo napryazheniya. *Fundamental'nye issledovaniya*, (5-5), 934-938. (in Russian).
11. Korshunov, A. I. (2018). Vliyanie vnutrennego soprotivleniya istochnika napryazheniya peremennogo toka na rabotu impul'snogo stabilizatora peremennogo napryazheniya. *Elektrotekhnik*, (6), 7-14. (in Russian).

12. Golovanov, M. V., Pristinskii, I. V., & Mizrakh, E. A. (2014). Issledovanie moshchnogo stabilizatora napryazheniya s parallel'nym vklyucheniem kanalov. *Aktual'nye problemy aviatsii i kosmonavтики*, 1(10), 172-173. (in Russian).

Работа поступила
в редакцию 19.02.2023 г.

Принята к публикации
26.02.2023 г.

Ссылка для цитирования:

Цыбов Н. Н., Галбаев Ж. Т. Особенности проектирования информационных обучающих систем с виртуальными электронными тренажерными устройствами // Бюллетень науки и практики. 2023. Т. 9. №3. С. 256-268. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/88/30>

Cite as (APA):

Tsybov, N., & Galbaev, Zh. (2023). Specificities of Engineering of Training Information Systems With Virtual Electronic Tutoring Devices. *Bulletin of Science and Practice*, 9(3), 256-268. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/88/30>