1. Назва
2. Класична форма
3. Корисний для
4. Огляд аналогів
5. Схема структурана
6. Вибір мікроконтролера
7. Вибіл джерела напруги
8. Вибір джерела струму
9. Створення схеми
10. Робота з МК
11. ДЛЛ: таблиця функцій
12. Асинхронні операції
13. Побудова поверхні
14. Побудова сітки
15. Загальний вигляд
16. Режим маркера
17. Інтерфейс

Слайд 1 (Тема)

**Запропоноване рішення** є спробою змінити підхід до відображення характеристик, та залучити до цього сучасні технології. Зараз розробники апаратури **звикли і майже не уявляють** можливість роботи з іншими формами подання.

Однак, оскільки характеристики транзисторів є функціями **двох змінних** то найбільш простим і наочним буде відображення таких у тривимірному просторі.

**Основною проблемою** для впровадження системи була складність отримання даних за якими можна було б побудувати тривимірні зображення характеристик.

Слайд 2 (Класичні характеристики)

В більшості випадків характеристики транзисторів зображуються у вигляді **так званих сімейств**, де наводяться декілька кривих при фіксованому значенні одного із параметрів.

В такому вигляді вони зображуються в книжках, як найбільш класичних навчальних матеріалах та **довідниках**. Найчастіше у формі рисунків, що значно ускладнює їх перетворення в цифровий вигляд.

Тому було прийнято рішення розробити також **апаратну частину**, яка дозволить отримувати дані в необхідній формі, та для реальних зразків транзисторів.

Перш ніж розпочинати розробку було проведено **аналітичний огляд** аналогів, який покликаний підтвердити доцільність розробки та виявити переваги та недоліки кожної конкретної моделі.

З усіх розглянутих рішень тут представлено **два найбільш сучасних**. Всі інші є або застарілими або програють цим за більшістю параметрів.

Слайд 3 (Л2-100 ТЕКО)

Цифровий характерограф Л2-100 ТЕКО дозволяє досліджувати ВАХ напівпровідникових діодів, стабілітронів, біполярних і польових транзисторів, тиристорів, сімісторів і інших напівпровідникових приладі, а також оптоелектронних і пасивних компонентів.

Для обробки і відображення використовується вбудований процесор і монітор, що призводить до збільшення ціни.

Слайд 4 (ЭРБИЙ-7107)

Прилад призначений для випробувань, досліджень напівпровідникових двополюсників: резисторів, фоторезисторів, фотодіодів, термісторів, варисторів, наноплівок і т.п. **Під управлінням спеціальної комп’ютерної програми** прилад задає необхідні параметри випробування і вимірює контрольні параметри випробуваного зразка з обраним кроком, параметрами.

Збереження, завантаження (CSV, XLS, картинкою), друк, налаштування приладу. Плюс файл налаштувань умов для кожного конкретного вимірюваного зразка.

На слайді добре видно великі розміри апарату.

Однак жоден з розглянутих аналогів не використовує засоби тривимірної графіки для відображення характеристик вимірюваних напівпровідникових приладів.

Слайд 5 (Структурна схема)

Як видно зі слайду система має апаратну та програмну частини. Штрихові прямокутники зліва та з права відповідно.

**Апаратна частина**

Для вимірювання воль-амперних характеристик транзистора необхідно змінювати **стум бази** та **напругу колектор–емітер**, для цього в схемі передбачене кероване джерело струму (**КДС**) та кероване джерело напруги (**КДН**).

Отримане значення напруги через пристрій узгодження (**УП**) подається на аналогово-цифровий перетворювач (**АЦП**).

Схема керування (**СК**) визначає напруги колектор-емітер і струм бази транзистора. Також проводить первинну обробку. Далі отримані дані передаються на персональній комп’ютер для подальшої оброки.

**Програмна частина**

Драйвер шини (**ДШ**) — низькорівневий програмний модуль призначений для взаємодії з апаратною частиною системи.

Отримані дані повинні піддаватись обробці та аналізу, за допомогою системи обробки (**СО**). Вона проводить перевірку та, в разі необхідності, корегування результатів.

Модуль відображення (**МВ**) виконує власне побудову тривимірного зображення. Інтерфейс користувача (**ІК**) призначений для керування системою.

ДШ C++, все інше на C#

Слайд 6 (Схема КДН)

В схемі **транзистор є ключем**, для створення імпульсної напруги з постійної. При цьому амплітуда сформованих імпульсі рівна величині вхідної напруги.

Далі, отримана імпульсна напруга згладжується **дроселем і електролітичним конденсатором**. В результаті на виході створюється постійна напруга, але меншої величини. При цьому величина вихідної наруги буде пропорційна ширині імпульсів отриманих на виході транзистора. Якщо він відкриється на більший проміжок часу то енергія яку накопичує дросель збільшиться, що, в свою чергу, приведе до збільшення напруги на конденсаторі. І навпаки — при меншій тривалості відкритого стану транзистора напруга на конденсаторі зменшиться.

Важливим елементом схеми є **діод**. За його допомогою підтримується стум навантаження, що створений дроселем, в ті періоди часу коли транзистор закритий. Інакше кажучи коли транзистор відкритий струм дроселя і струм навантаження забезпечуються джерелом живлення, а дросель при цьому накопичує енергію. Після закриття транзистора струм навантаження підтримується за рахунок енергії, яку накопичив дросель. Цей струм протікає через діод, тобто енергія дроселя витрачається на підтримання струму навантаження.

**Двохтактний біполярний драйвер** приймає на себе великі перепади струму та захищає від них мікроконтролер.

**Транзистор** що знаходиться зліва — малопотужний, він використовується для **зсуву рівня**. Сигнал на таку схему подається інвертований, оскільки для більшості силових МОП транзисторів необхідно подати 10В на заслін, а мікроконтролер може видати тільки 5. Сигнал на схему подається інвертований: коли транзистор сзуву відкритий то засліни слилового 0 – він закритий і навпаки.

В якості керованого джерела струму було обрано набір резисторів, що під’єднанні безпосередньо до виводів мікроконтролера.

Для більш гнучкого регулювання струму можна вмикати декілька портів тоді опір буде визначатись паралельним з’єднанням резисторів, що підключені до цих виводів. Відповідно буде змінюватись і струм.

Але оскільки в даному випадку не вимагається висока точність перетворення то можна обійтись дешевим способом, без використання спеціальних мікросхем. Зображена схем 8-ми бітного ЦАП з використанням матриці резисторів R–2R. Основний недолік такої схеми в тому що потрібно 8 портів вводу-виводу. Похибка такого перетворення складає один молодший розряд.

Тут використовується тільки два номінали опорів, що відносяться як 2:1. Кількість резисторів рівна 2N.

Слайд (DLL таблиця)

Відділення драйвера від модуля відображення це досить гнучкий підхід він дозволяє використовувати драйвер з іншими системами відображення, а модуль відображення на інших платформах зі збереженими характеристиками.

Слайд (Алгоритм драйвера)

Алгоритм вимірювання слід розглянути детальніше. При відправлення запиту до приладу потрібно чекати відповідь.

У випадку графічних додатків, всі дії виконують послідовно у, так званому, основному циклі. В цьому циклі оновлюється зображення, перевіряється надходжень команд від користувача та їх обробка. Якщо ж хоч одна частина буде виконуватись надто довго, що це помітив користувач, а для цього досить навіть пів секунди, виникле ефект зависання.

В системі відображення найбільш цікавим є саме побудова тривимірного зображення. Щоб його пояснити потрібно

Полігон, три вершини

Індекси

КАРТА ВИСОТ