

## **ПРИЛАД ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК НАПІВПРОВІДНИКОВИХ ЕЛЕМЕНТІВ**

*Грицевич І. Р. студент, Піддубний В. О., к.т.н., доцент  
Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

Для проектування радіоелектронної апаратури широко використовуються системи автоматизованого проектування (САПР) [1]. Але саме на етапі проектування допускаються помилки, які спричиняються розбіжностями параметрів реальних елементів та їх математичних моделей, які використовують усереднені значення параметрів елементів. Тому достовірна інформація про кожен використаний елемент вкрай необхідна і описувати його математичну модель в САПР доцільно параметрами реальних елементів, що будуть використовуватися в схемі.

Отримання параметрів моделей в лабораторних умовах зводиться до великої кількості вимірів, є трудомістким і не швидким процесом.

Найбільш швидкий спосіб визначення параметрів — це визначення їх за вольт-амперними характеристиками (ВАХ) [2]. Для цього використовуються характерографи. Методику проведення вимірювання та розрахунків параметрів моделей можна поділити на три етапи. На першому — проводяться безпосередні вимірювання ВАХ та знаходяться основні параметри транзистора. На другому — визначається, які параметри ще потрібні, та проводиться їх розрахунок. На третьому — формується еквівалентна схема транзистора, визначаються її параметри, яка потім вводиться в базу САПР та використовується для конкретного розрахунку.

Таким чином перше, що потрібно зробити: це зняти ВАХ. На сьогоднішній час існує ряд характерографів розроблених рядом іноземних фірм [3, 4]. Вони дозволяють отримувати вольт-амперні характеристики напівпровідникових приладів, графічно їх відображати та зберігати у пам'яті.

Однак, не зважаючи на досягнутий прогрес в визначенні параметрів транзисторів за результатами вимірювань, залишаються не вирішеними питання зниження вартості обладнання, підвищення точності та розширення діапазону вимірювань, розширення сфери використання пристроїв.

Метою роботи є розробка компактного, мобільного приладу, який би працював у парі з комп'ютером, будував математичну модель та мав прямий доступ до САПР. Серед існуючих аналогів ні один не відповідає даним вимогам.

Саме тому було розпочато розробку пристрою, який дозволяв би визначати статичні вольт-амперні та частотні характеристики польових, біполярних транзисторів та напівпровідникових діодів.

Структурна схема приладу показана на рис.1.

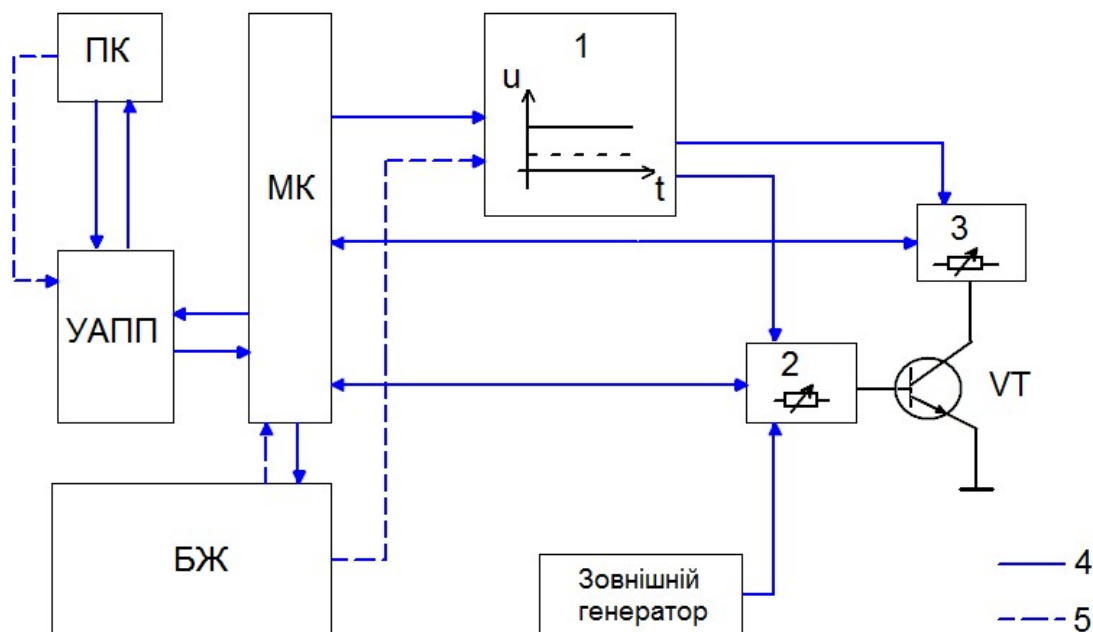


Рисунок 1. Структурна схема характерографу: 1 — модуль статичних параметрів, 2 — блок перестройки опорної бази, 3 — блок перестройки опорної колектора, 4 — сигнальні лінії зв'язку, 5 — лінії живлення, VT — досліджуваний компонент.

Алгоритм вимірювання закладений у програмі персонального комп'ютера. Команди передаються через універсальний асинхронний приймач-передавач УАПП до мікроконтролера. Мікроконтролер в свою чергу керує модулем 1, виставляє необхідне значення напруги у колах бази та колектора. Блоки перестройки опорів також керуються командами мікроконтролера і забезпечують необхідний режим роботи транзистора в залежності від характеристики яка вимірюється. Після виконання кожної команди проводяться виміри значень напруг та струмів у колах бази та колектора за допомогою внутрішнього АЦП мікроконтролера. Результат в реальному часі надходить до комп'ютера, зберігається в пам'яті і після закінчення виміру на вказаному діапазоні будується та графічно відображається на екрані ПК вольт-амперна характеристика досліджуваного приладу.

На рис. 2 наведено вихідну ВАХ транзистора КТ315Б, отриману за допомогою даного приладу. Вимірювання тривало близько 20 секунд, кожна крива сімейства побудована на основі 20 вимірювань.

В структуру приладу також закладена можливість досліджувати частотні та часові характеристики напівпровідникових приладів за допомогою зовнішнього генератора з електронною перестройкою частоти в широкому діапазоні частот. В перспективі планується використати вбудований генератор, що дасть змогу цілком автоматизувати процес вимірювання параметрів напівпровідникових приладів.

Прилад дозволяє досліджувати як трьохелектродні так і двоелектродні компоненти. Якщо досліджуваний компонент має два електроди, один із них відіграє роль бази, а інший емітера.

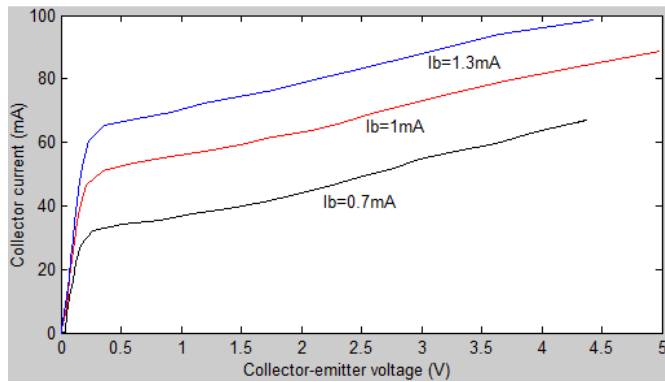


Рисунок 2. Сімейство вихідних характеристик транзистора КТ315Б знятих розробленим приладом.

Таким чином можна отримати всі необхідні характеристики напівпровідникових компонентів для формування математичної моделі, та подальшого використання в САПР, таких як Micro-Cap, OrCAD, Multisim, та ін.

### Перелік посилань

1. Гупта, К. Машинное проектирование устройств / К.Гупта, Р.Гардж, Р.Чадха : Пер. с англ. — М.: Радио и связь, 1987. — 430 с.
2. Дулин В. Н. Электронные приборы / В. Н. Дулин : Энергия, 1977. — 301 с.
3. Type 576 // веб сайт Curve Tracer Application — Режим доступу: [http://www.amplifier.cd/Test\\_Equipment/Tektronix/Tektronix\\_other/576\\_applications/576\\_applications.html](http://www.amplifier.cd/Test_Equipment/Tektronix/Tektronix_other/576_applications/576_applications.html) — Назва з екрану (11.03.2015).
4. CA4810A Curve Tracer // веб сайт User's manual — Режим доступу: <http://www.madelltech.com/curvetracer.pdf> — Назва з екрану (11.03.2015).

### Анотація

Представлено прилад для автоматизованого дослідження електричних характеристик напівпровідників, що має відносно малі габарити та вартість завдяки роботі з ПК. Описано алгоритм роботи приладу. Обґрунтовано доцільність використання результатів вимірювання в САПР.

**Ключові слова:** характерограф, характеристики транзистора, САПР.

### Аннотация

Представлен прибор для автоматизированного исследования электрических характеристик полупроводников, имеет относительно малые габариты и стоимость благодаря работе с ПК. Описан алгоритм работы прибора. Обоснована целесообразность использования результатов измерения в САПР.

**Ключевые слова:** характерограф, характеристики транзистора, САПР.

### Abstract

Presented device for automated study of the electrical characteristics of semiconductors, has a relatively small size and cost due to its close work with the PC. The algorithm of the instrument. The expediency of using measurement results to CAD.

**Keywords:** curve tracer, the transistor characteristics, CAD.