МОРДОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Установка для определения электротепловых параметров и характеристик мощных транзисторов MOSFET и IGBT

Автор проекта: А. Е. Лысенков

Актуальность

1. В настоящее время мощные транзисторы MOSFET и IGBT являются главными элементами силовой электроники.

2. Опыт их эксплуатации показывает, что MOSFET и IGBT — одни из самых ненадёжных приборов в электронике.

3. Наиболее эффективный способ повышения надёжности силовых полупроводниковых приборов — подбор по электротепловым параметрам. На данный момент в отечественной промышленности нет методик и оборудования, позволяющих осуществлять контроль качества транзисторов.

4. Создание и внедрение методов контроля качества и подбора мощных MOSFET и IGBT, а также технических средств позволит:

- увеличить надёжность транзисторов и преобразователей;
- сократить расходы на обслуживание преобразователей и эксплуатацию приборов,
- снизить материальный ущерб в результате уменьшения количества отказов.

МОРДОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Цель проекта

Создание высокопроизводительного диагностического оборудования для контроля качества силовых транзисторов с полевым управлением MOSFET и IGBT по электротепловым параметрам и характеристикам.

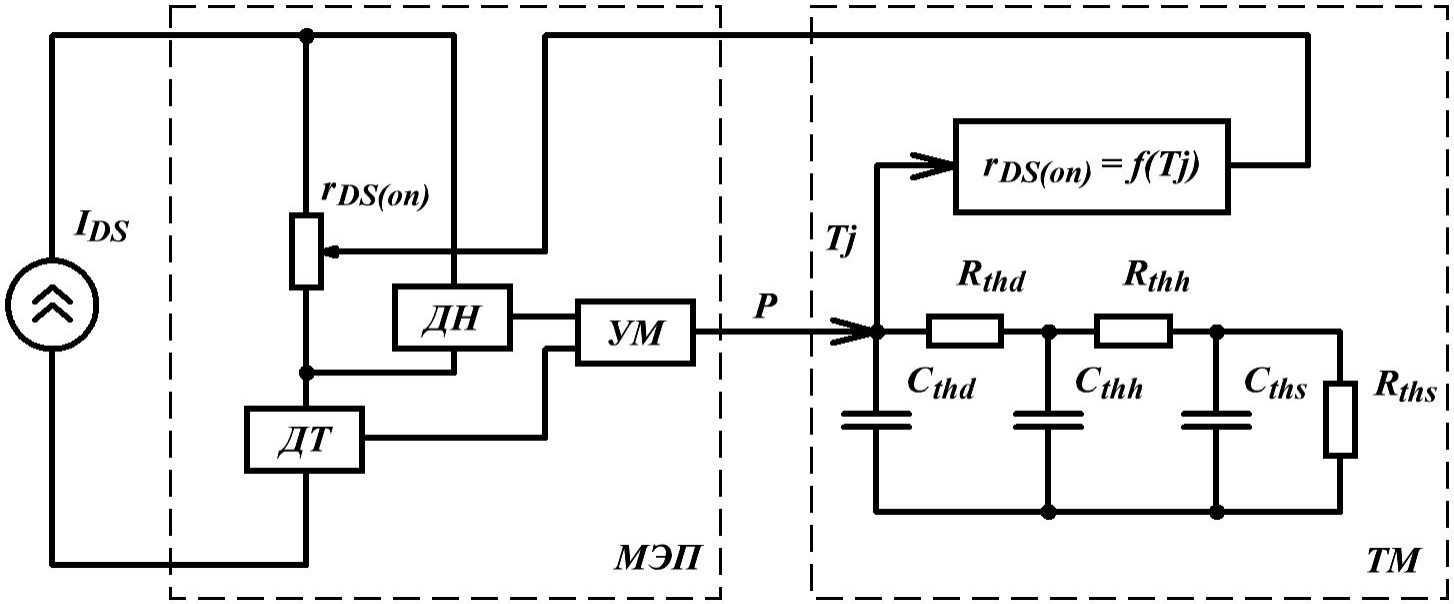
МОРДОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Научная новизна

1. Разработаны математические модели силовых транзисторов с полевым управлением для исследования электротепловых процессов, протекающих в них при эксплуатации.

2. Разработан метод определения значений электротепловых параметров мощных транзисторов MOSFET и IGBT.

Математическая модель ТПУ



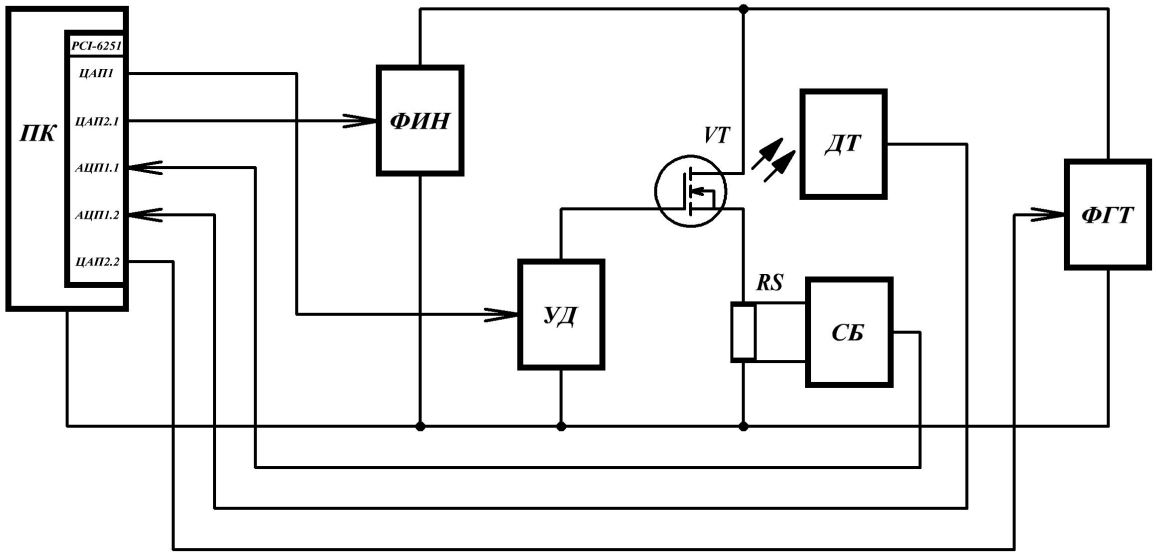
МЭП – модель электрических процессов ($r_{DS(on)}$ – сопротивление канала в открытом состоянии, ДТ – датчик тока, ДН – датчик напряжения, УМ – умножитель).

ТМ – тепловая модель (R_{thd} и C_{thd} – тепловое сопротивление и теплоёмкость кристалла, R_{thh} и C_{thh} – корпуса, R_{ths} и C_{ths} – теплостока).

$$r_{DS(on)}(Tj) = r_{DS(on)}(25^0 C)(aTj^2 + bTj + c),$$

где Tj – температура кристалла; a, b, c – коэффициенты.

Функциональная схема измерительного комплекса



ПК — персональный компьютер;

ФИН — формирователь импульса напряжения;

УД — управляющий драйвер;

VT — испытуемый прибор;

ДТ — датчик температуры;

СБ — согласующий блок;

ФГТ — формирователь греющего тока;

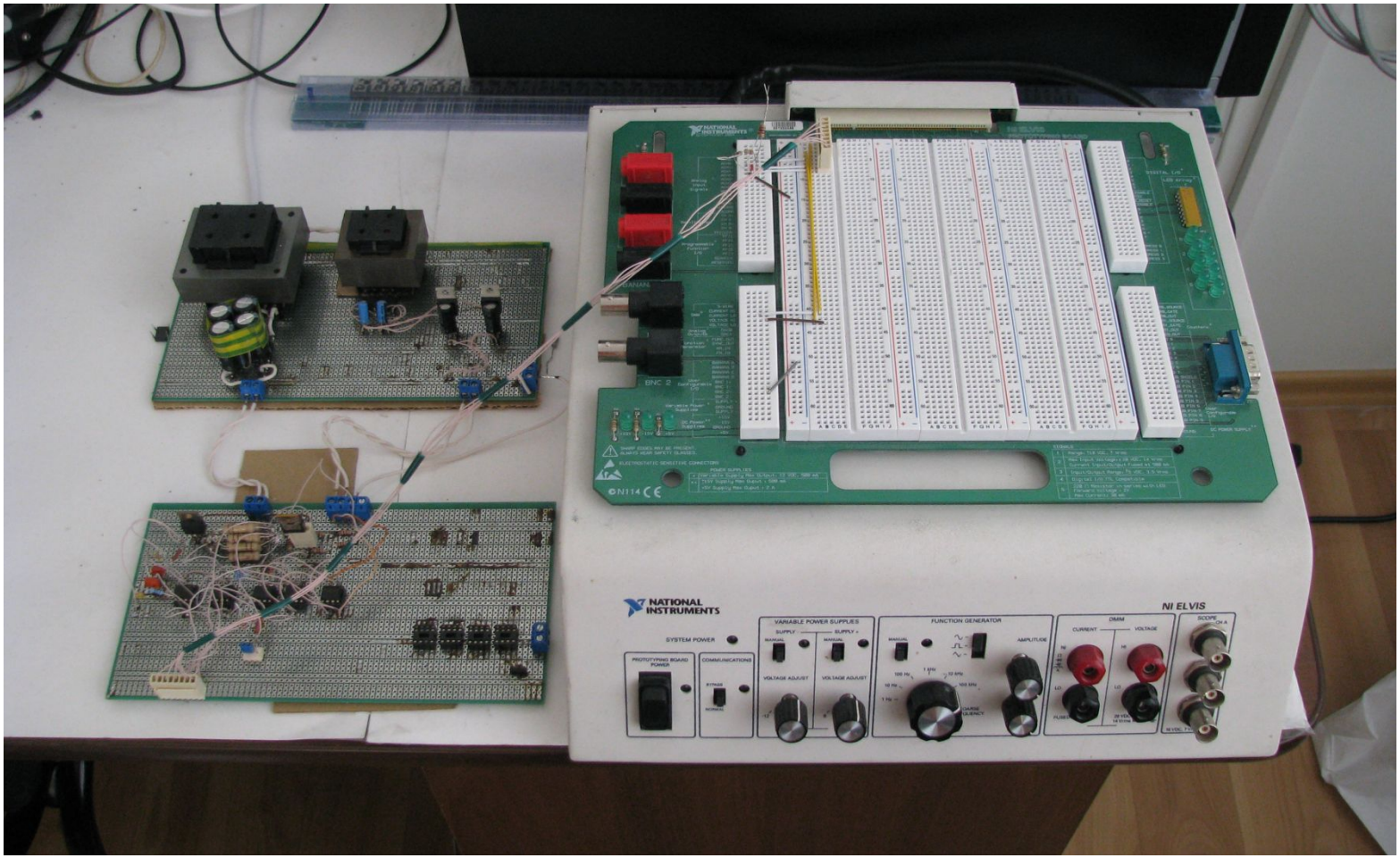
Рис. 1 — Функциональная схема комплекса

1. Устройство реализовано с помощью средств, предлагаемых компанией **National Instruments.**

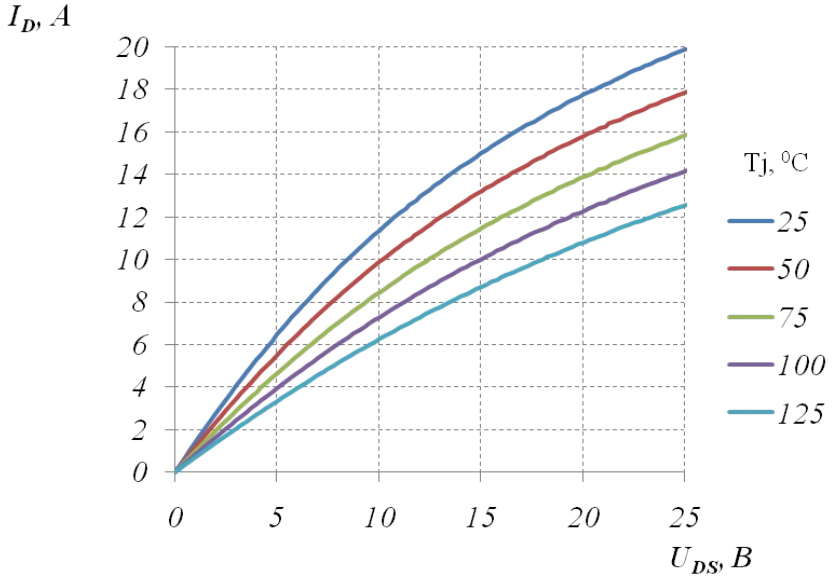
2. Программная часть выполнена в среде графического программирования **LabVIEW.**

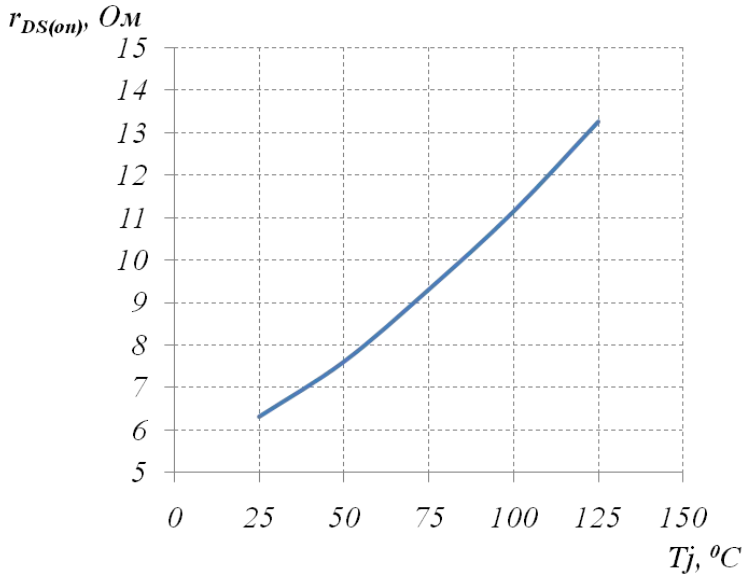
3. Связь *ПК* с аппаратной частью осуществляется с помощью универсальной платы сбора данных **NI PCI-6251.**

Макет разрабатываемого диагностического комплекса

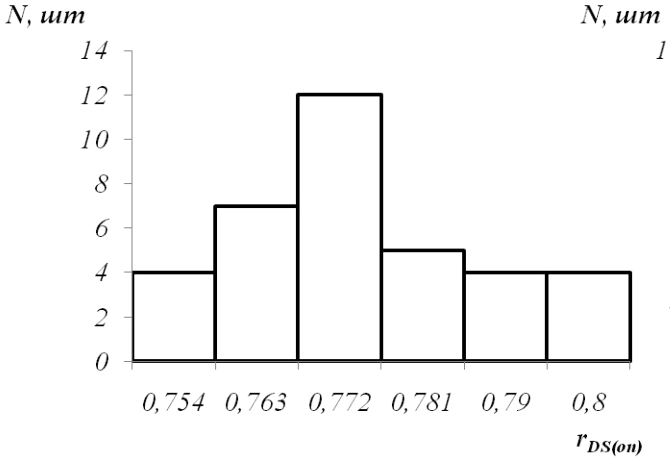


Гистограммы распределений величин параметров и характеристик группы транзисторов

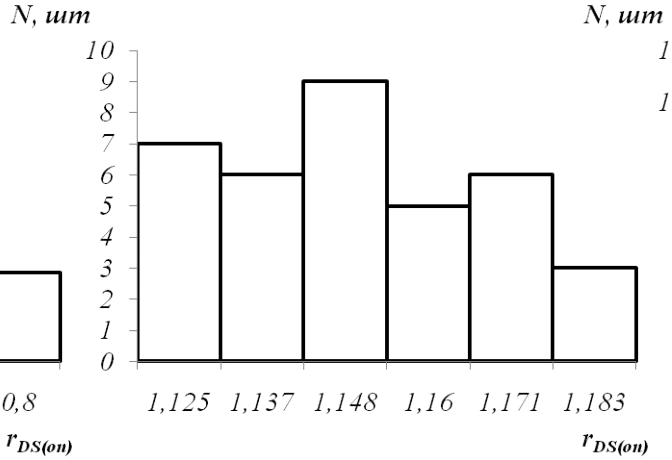




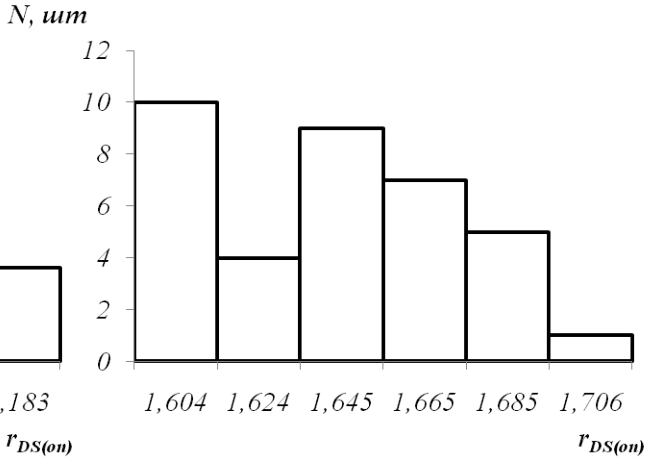
$Tj = 25^0C$



$Tj = 75^0C$



$Tj = 125^0C$



Потенциальные потребители

1. Заводы изготовители:
   а) ОАО «Электровыпрямитель»,
   б) группа предприятий «Ангстрем»,
   в) ОАО «ОКБ „Искра“»,
   г) ЗАО «Группа-Кремний» и др.

2. Большое количество предприятий, занимающихся разработкой и созданием электрических преобразователей и систем управления на основе MOSFET и IGBT.

Заключение

Использование программно-аппаратного измерительного устройства позволит:

1) при разработке и проектировании транзисторов — уточнять величины основных электротепловых параметров и характеристик разрабатываемых приборов;

2) при серийном выпуске транзисторов — **осуществлять** их **сплошной контроль и вести отбраковку потенциально ненадёжных приборов**, что позволит на порядок снизить интенсивность их отказов;

3) при изготовлении преобразователей — контролировать и подбирать приборы по электротепловым параметрам и характеристикам;

4) при эксплуатации преобразователей на стадии входного контроля — осуществлять дополнительный подбор приборов по электротепловым параметрам и характеристикам вместо отказавших приборов и отбраковывать потенциально ненадёжные.

Все эти меры обеспечивают существенное снижение будущих затрат на последующее обслуживание и ремонт преобразователей.