

ПРОТОН-ЭЛЕКТРОТЕКС

**Модульное Измерительное Оборудование
для Силовых Полупроводниковых Приборов**

План презентации

- Области применения оборудования
- Интегрированное решение
- Особенности оборудования
- Технические характеристики

Производство:

- Контроль процесса
- Разбраковка по параметрам
- Контроль качества



Входной контроль:

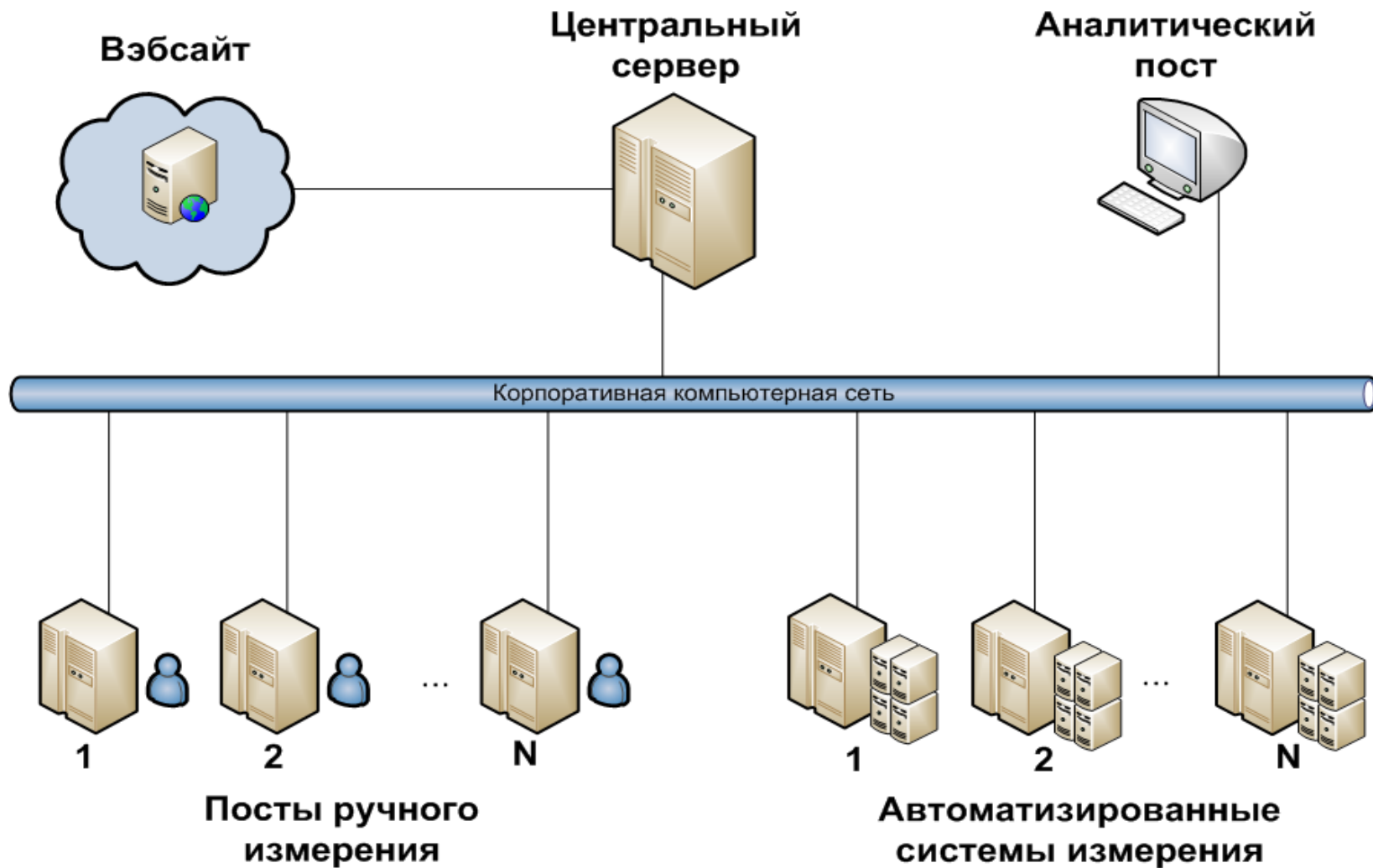
- 100% входной контроль
- Получение высокоточных параметров приборов



Ремонтные организации:

- Оценка износа приборов
- Точный подбор замены для приборов





Основные особенности:

- Модульный дизайн
- Экономически эффективная модернизация
- Простота обслуживания

Типы измеряемых приборов:

- Диоды
- Тиристоры
- IGBT
- **Силовые сборки**

Типы корпусов:

- Таблеточные приборы
- Штыревые приборы
- Модули
- Полупроводниковые элементы



Тиристоры и диоды

Статические характеристики

Характеристики	Обозн.	Диапазон		Точность	Условия
Импульсное напряжение в открытом состоянии, В	$U_{TM(FM)}$	0.3	5	$\pm 1\%$ от значения $\pm 5\text{MB}$	$I_{TM(FM)} = 400..10000\text{A}$; Форма сигнала: трапеция, синус, S-кривая Длительность до 10мс
Повторяющееся импульсное обратное напряжение, повторяющееся импульсное напряжение в закрытом состоянии, В	U_{DRM} , U_{RRM}	300	8500	$\pm 1\%$ от значения $\pm 10\text{B}$	$I_{DRM/RRM} = 0.1..500\text{mA}$; Форма сигнала: синус Длительность 8.3..10мс Частота 5, 50Гц
Повторяющийся импульсный обратный ток, повторяющийся импульсный ток в закрытом состоянии, мА	I_{DRM} , I_{RRM}	0.1	10	$\pm 1\%$ от значения $\pm 10\text{мкА}$	$U_{DRM/RRM} = 300..8500\text{B}$; Форма сигнала: синус Длительность 8.3..10мс Частота 5, 50Гц
		10	100	$\pm 1\%$ от значения $\pm 0.1\text{мА}$	
		100	500	$\pm 1\%$ от значения $\pm 1\text{мА}$	
Отпирающее постоянное напряжение управления, В	U_{GT}	0.1	4.5	$\pm 2\%$ от значения $\pm 10\text{MB}$	$U_D = 12\text{B}$;
Отпирающий постоянный ток управления, мА	I_{GT}	50	1000	$\pm 2\%$ от значения $\pm 1\text{мА}$	$U_D = 12\text{B}$;
Ток удержания, мА	I_H	30	700	$\pm 2\%$ от значения $\pm 1\text{мА}$	$I_G = 1\text{A}$;
Электрическая прочность изоляции, В	$U_{ISOL AC}$	100	10000	$\pm 1\%$ от значения $\pm 10\text{B}$	$I_{ISOL} = 0.1..10\text{mA}$ $t = 1..1000\text{с}$
	$U_{ISOL DC}$	100	12000	$\pm 1\%$ от значения $\pm 10\text{B}$	
Сопротивление изоляции, МОм	R_{isol}	10	500	$\pm 1\%$ от значения $\pm 1\text{МОм}$	$I_{ISOL} = 0.1..10\text{mA}$ $U_{ISOL} = 100..10000\text{B}$; $t = 1..1000\text{с}$
Критическая скорость нарастания напряжения в закрытом состоянии, В/мкс	dU_D/dt	50	2500	$\pm 10\%$	$U_{DM} = 300..5600\text{B}$ $t = 50..200\text{мкс}$

Тиристоры и диоды Динамические характеристики

Характеристики	Обозн.	Диапазон		Точность	Условия
Critical rate of rise of off-state voltage, V/us	dV_D/dt	50	2500	$\pm 10\%$	$V_{DM} = 300..5600V$ $t = 50..200\mu s$
Reverse recovery charge, μC	Q_{RR}	1	10000	According to the oscilloscope accuracy and resolution*	$I_{TM(FM)} = 100..2000A$ $dI/dt = 1..100A/\mu s$ $V_R = 0..3V; 80..150V$
Reverse recovery time, μs	t_{RR}	0.5	100	According to the oscilloscope accuracy and resolution*	$I_{TM(FM)} = 100..2000A$ $dI/dt = 1..100A/\mu s$ $V_R = 0..3V; 80..150V$
Reverse recovery current, A	I_{RRM}	10	800	$\pm 1.25\% \pm 0.1A$	$I_{TM(FM)} = 100..2000A$ $dI/dt = 1..100A/\mu s$ $V_R = 0..3V; 80..150V$
Turn-off time, μs	t_Q	0.5	2000	According to the oscilloscope accuracy and resolution*	$I_{TM(FM)} = 100..2000A$ $dI/dt = 1..100A/\mu s$ $V_R = 0..3V; 80..150V$ $V_D = 100..4500V$ $dV/dt = 10..2000V/\mu s$

* Scope device specification:
 14 bit (0.006 %) resolution (16 bit enhanced resolution)
 500 MS/s sampling
 250 MHz bandwidth
 32 MSamples memory per channel
 0.25 % DC vertical accuracy, 0.1 % typical
 25 ppm time base accuracy

IGBT Статические характеристики

Характеристики	Обозн..	Диапазон		Точность	Условия
Gate-to-Emitter Leakage Current, μA	I_{GES}	1	1 000	$\pm 1\%$ of reading $\pm 1\mu\text{A}$	$V_{\text{GE}} = 15\text{V}..40\text{V};$ $V_{\text{CE}} = 0\text{V}$
Gate Threshold Voltage, V	$V_{\text{GE(on)}}$	4	10	$\pm 1\%$ of reading $\pm 10\text{mV}$	$I_{\text{C}} = 10..1000\text{mA};$ $V_{\text{CE}} = V_{\text{GE}};$
Collector-to-Emitter Leakage Current, μA	I_{CES}	0.1 1 000	1 000 500 000	$\pm 1\%$ of reading $\pm 10\mu\text{A}$ $\pm 1\%$ of reading $\pm 1\text{mA}$	$V_{\text{GE}} = 0\text{V};$ $V_{\text{CE}} = 500..8500\text{V};$ Signal shape: single pulse half-sine with duration form 2 to 12ms
Collector-to-Emitter Breakdown Voltage, V	$V_{\text{(BR)CES}}$	500	8500	$\pm 1\%$ of reading $\pm 10\text{V}$	$V_{\text{GE}} = 0\text{V};$ $I_{\text{C}} = 100\text{nA}..500\text{mA};$ Signal shape: single pulse half-sine with variable duration form 2 to 12ms
Collector-to-Emitter Saturation Voltage, V	$V_{\text{CE(on)}}$	0.2	10	$\pm 1\%$ of reading $\pm 10\text{mV}$	$I_{\text{C}} = 200..10000\text{A};$ $V_{\text{GE}} = 10..20\text{V};$ Signal shape: trapezoidal, PWM generated, duration up to 10ms
Max Reverse Leakage Current, μA	I_{R}	10 1 000	1 000 300 000	$\pm 1\%$ of reading $\pm 10\mu\text{A}$ $\pm 1\%$ of reading $\pm 1\text{mA}$	$V_{\text{BR}} = 500..8000\text{V};$ Signal shape: single pulse half-sine with duration form 2 to 12ms
Cathode Anode Breakdown Voltage, V	V_{BR}	500	8000	$\pm 1\%$ of reading $\pm 10\text{V}$	$I_{\text{C}} = 0..10\text{mA};$ Signal shape: single pulse half-sine with duration form 2 to 12ms
Forward Voltage, V	V_{F}	0.2	10	$\pm 1\%$ of reading $\pm 10\text{mV}$	$I_{\text{C}} = 200..5000\text{A};$ Signal shape: trapezoidal, PWM generated, duration up to 10ms

IGBT

Динамические характеристики

Характеристики	Обозн..	Диапазон		Точность	Условия
Collector-emitter voltage after switching off, V	V_{CE}	20	2 000*	According to the oscilloscope accuracy and resolution***	$V_{CC} = 20V..2000V$; $L\text{-Load} = 30/100/300/1000\mu H$; $V_{GEON} = 5..20V$; $-V_{GEON} = 0..15V$; $t_p = 5..1000\mu s$;
Peak collector-emitter voltage, V	$V_{CE(peak)}$	20	3000*		
Peak collector current, A	I_{CM}	1	1 200**		
Turn-off energy, mJ	E_{off}	1	1000		
Turn-on energy, mJ	E_{on}	1	1000		
Turn-on delay time, ns	$t_{D(on)}$	10	10 000		
Rise time, ns	t_R				
Turn-off delay time, ns	$t_{D(off)}$				
Fall time, ns	t_F				
Tail time, ns	t_Z				
Reverse recovery time, ns	t_{RR}				
Decay current rate, A/us	di/dt	10	8000		
Non-repetitive peak collector current, A	I_{CSM}	10	1200**		
Reverse recovery current, A	I_{RR}	20	2000**		
Reverse recovery charge, uC	Q_{RR}	1	3000		
Reverse recovery energy, mJ	E_{REC}	1	1000		
Decay recovery current rate, A/us	di_{REC}/dt	10	8000		

* up to 8500V on demand

** up to 12kA on demand

*** Scope device specification:

14 bit (0.006 %) resolution (16 bit enhanced resolution)

500 MS/s sampling

250 MHz bandwidth

32 MSamples memory per channel

0.25 % DC vertical accuracy, 0.1 % typical

25 ppm time base accuracy

Зажимные устройства

Характеристики	Значение			
Тип корпуса измеряемы устройств	Модуль	Штыревые	Таблеточные	Полупроводниковый элемент (биполярный)
Тип	Ручное; Электромеханическое;	Ручное; Электромеханическое;	Электромеханическое;	Электромеханическое;
Усилие зажатия	2кН	2кН	50кН; 100кН;	50кН; 100кН;
Нагрев	150°С	150°С	200°С	200°С
Максимальный ток	6кА	6кА	30кА	30кА
Изоляция	8кВ	8кВ	15кВ	15кВ
Форм фактор	Настольное	Настольное	19" промышленная стойка	19" промышленная стойка

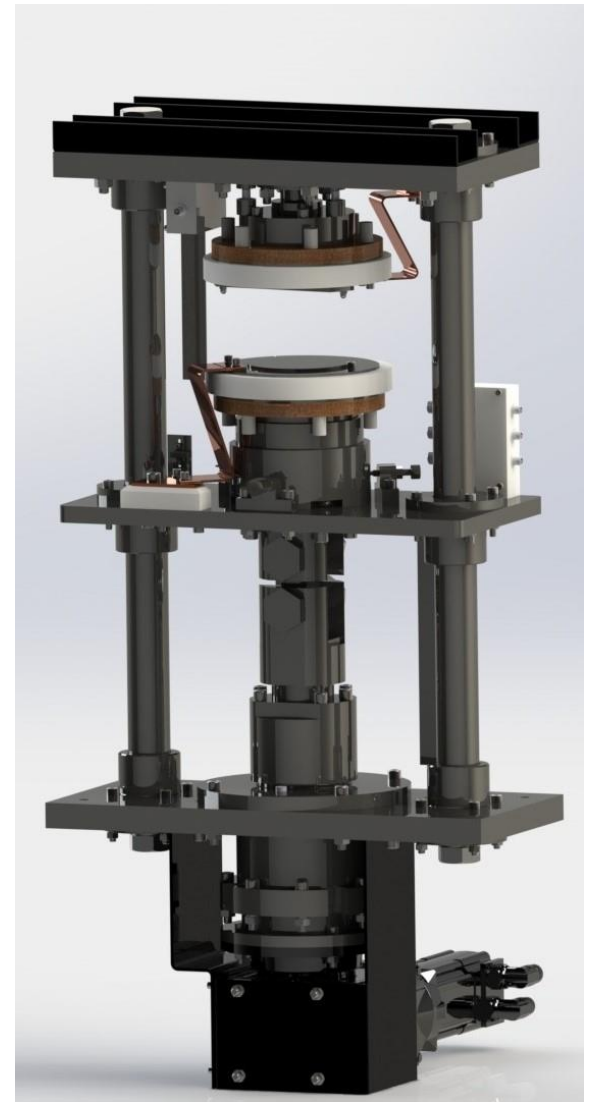
Измерительная система



Зажимное устройство



Зажимное устройство



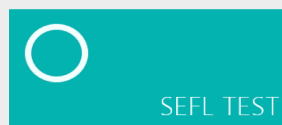
Technician ✕



GATE



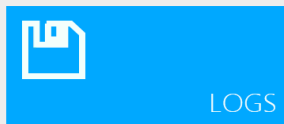
VTM



SEFL TEST



CALIBRATION

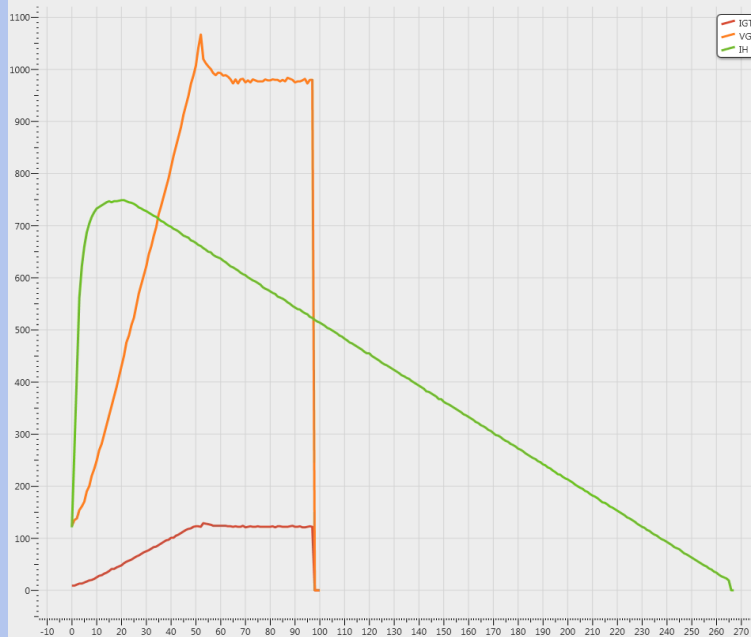


LOGS



BACK

Gate testing ✕



- Pure Vgt
 - Is IH enabled
 - Is IH strike enabled
 - Is IL enabled
- | | |
|------------|--------------|
| Kelvin | Kelvin is ok |
| Resistance | 8.9 Ohm |
| IGT | 122 mA |
| VGT | 979 mA |
| IH | 19 mA |
| IL | 409 mA |

BACK

STOP

START

Резюме

- Области применения оборудования
- Интегрированное решение
- Особенности
- Технические характеристики



Спасибо за внимание

Семенов Павел
paul.semenov@proton-electrotex.com
www.proton-electrotex.com