

### 3.5.8 SEMIDRIVER

SEMIDRIVER является компонентом драйверов для IGBT и MOSFET силовых модулей (одиночный ключ, плечи моста или 3-фазные инверторы) и интегрирует в основном функциональные параметры, показанные на блок-схеме рис.3.40. Они выпускаются различных типов, также как SKiPPACK или OEM драйверы для IGBT и MOSFET силовых модулей.

#### 3.5.8.1 OEM драйверы [225], [264], [272]

Следующая таблица представляет обзор большинства основных OEM-SEMIDRIVER и их основных возможностей.

SKHI	10, 10/17	21A,	22A,B 22A,BH 4	23/12, 23/17	24	26W, 26F	27W, 27F	61 71	BS01, BS02	SKAI 100
Driver	A	B	B	B	B	B	B	D/DL	DL	L
Type	PCB	Hybr.	Hybr.	PCB	Hybr.	PCB	PCB	Hybr.	Subpr.	PCB
$V_{ce}/kV$ , ACImin	4	2.5	2.5 4	4	4	2.5	4	2.5	2.5	2.5
Signal trans- mission	I (FO)	I	I	I (FO)	I	I FO	I FO	OC	OC	OC
$V_{GG+}/V$	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
$V_{GG-}/V$	-8	0	-8	-8	-8	-8	-8	-6.5	-8	0
$I_{GAV}/mA$	100	40	40	50	80	100	150	20	15	90
$I_{CM}/A$	8	8	8	8	1.5	8	30	2	1	1.5
$dv/dt/$ $kV/\mu s$	75	50	50	75	50	75	50	15	15	50
$V_{CEst}$ monitoring for $V_{CE}/V$	600 1200 1700	600 1200	600 1200 1700	600 1200 1700	600 1200 1700	600 1200	600 1200 (1700)	600 1200	- -	600 1200 1700
Short- circuit soft turn-off	+	-	-	+	-	+	+	+	-	-

A: одиночный драйвер

A: драйвер плеча моста (двойной)

I: импульсный трансформатор

FO: волоконно-оптическая связь

OC: оптопара

D: драйвер для 3-фазного инвертора

L: драйвер для brake ключа

DL: драйвер 3-фазного инвертора и brake ключа

( ): интерфейс по выбору

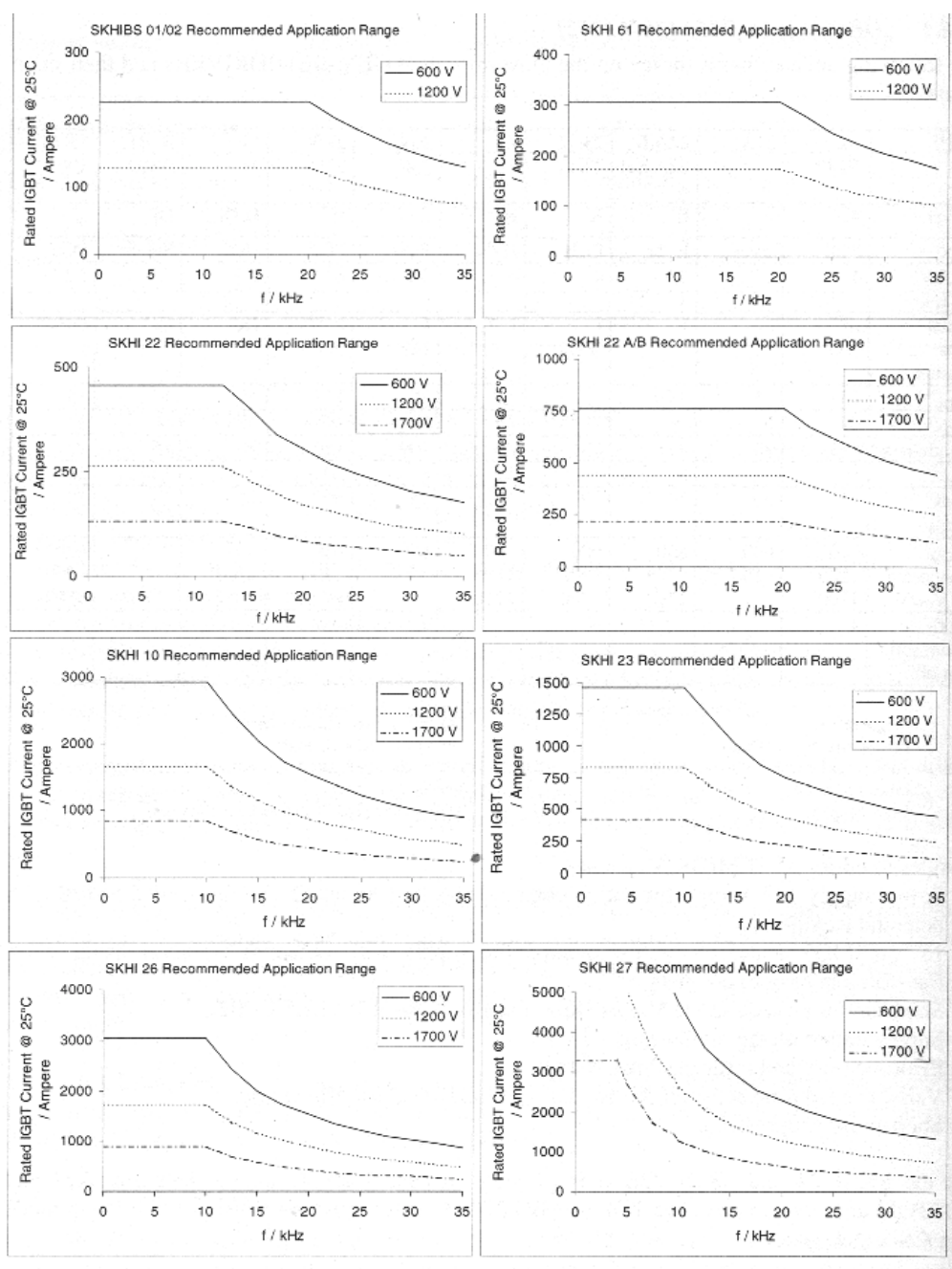
\*: верхний ключ (нижний ключ: 10 кВ/мкс)

Все SEMIDRIVER содержат:

- источник питания +15 В с информационным потенциалом (SKAI 100 также 24 В); встроенный ИБП с изоляцией потенциалов,
- 15 В CMOS и/или 5 В TTL – совместимые входы с гальванической развязкой на импульсных трансформаторах или оптопарах,
- защита при коротких замыканиях через  $V_{CE}$  или входные датчики тока (SKHIBS 01/02),
- контроль снижения напряжения источника питания < 13 В,
- память ошибок и выход обратной связи ошибок,
- изменяемое время мертвой зоны для драйверов верхнего и нижнего плеч моста,
- подавление коротких импульсов.

Для SKHI 24 и SKHI 22В можно не использовать мертвую зону между верхним и нижним и, таким образом управлять верхним и нижним ключами синхронно или в режиме перекрытия (напр. CSI топологии).

Рис.3.45 показывает, в каких случаях IGBT SEMITRANS могут управляться и на каких частотах с драйверами, написанными сверху каждой диаграммы. Для этого по ординатам показан номинальный ток IGBT  $I_C@25^0C$ . Диаграммы справедливы для SEMIKRON модулей с обозначениями напряжений и серийными номерами 063 (600В), 123 (1200В), и 173 (1700В). Для остальных IGBT модулей значения нужно адаптировать к входным емкостям IGBT, которые могут отличаться в зависимости от их поколения.



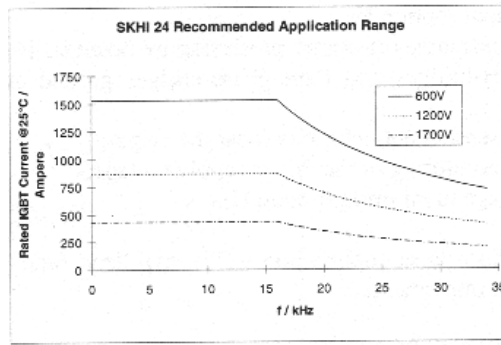


Рис.3.45 Токи и частоты коммутации IGBT SEMITRANS

### 3.5.8.2 SKiiPPACK драйверы [112], [264]

Все SKiiPPACK драйверы, упомянутые в п.1.5.1 и 1.6 оптимизированы для IGBT кристаллов и индуктивностей внутри SKiiPPACK, что гарантирует оптимальное использование кристаллов, высокую помехозащищенность и высокую степень защиты от сбоев. Как пример, показана на рис.3.46 блок-схема SKiiPPACK сдвоенного модуля GB драйвера.

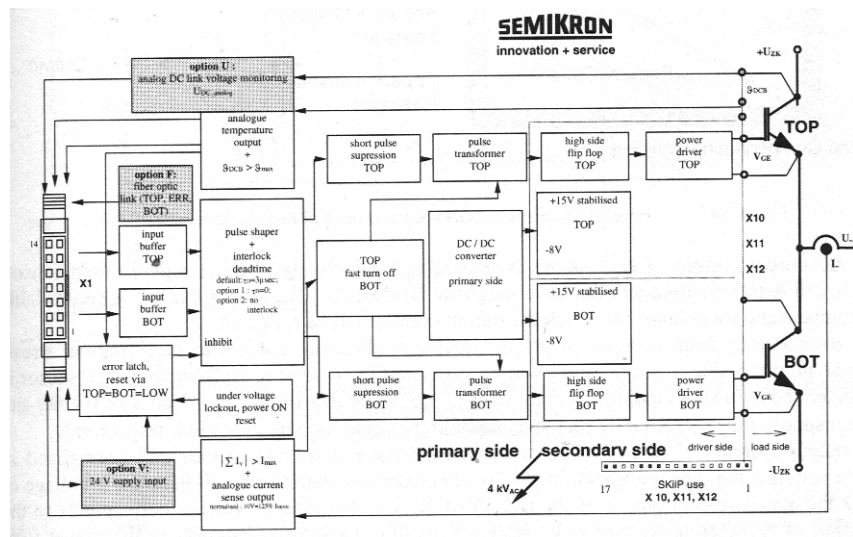


Рис.3.46

Основные особенности SKiiPPACK драйверов:

- +24 В неуправляемый источник питания или +15 В  $\pm 4$  % от потенциала информационного сигнала; встроенный ИБП с гальванической развязкой;
- 15 В CMOS уровень входного сигнала; импульсные трансформаторы
- напряжение изоляции (переменное, 1 мин) первичное/вторичное 3 кВэфф для SKiiPPACK 600 В, 1200 В, 4 кВэфф для SKiiPPACK 1700 В, (3.5 кВэфф для GDL-brake ключа);
- $dv/dt$  – выносливость мин. 75 кВ/мкс (50 кВ/мкс для GDL-brake ключа)
- память ошибок и выход обратной связи ошибок (выход с открытым коллектором)
- по выбору, волоконно-оптический вход (опция F);

- датчики тока, защита на выходе при перегрузках по току / коротких замыканиях при помощи потенциально-изолированных датчиков тока (для H-мостов и 3-фазных мостов в то же время контролируется ток земли);
- датчики температуры радиатора (возле кристаллов);
- контроль за снижением напряжения питания драйвера;
- по выбору, контроль напряжения питания силовой части (опция U).

Для взаимной блокировки реализуется подавление коротких импульсов ( $< 750$  нс), создание мертвой зоны и блокирование верхних/нижних ключей.

#### *Измерение тока и защита при перегрузках по току*

Рис.3.47 поясняет принцип измерения аналогового тока при помощи датчиков тока, встроенных в выводы SKiiPPACK.

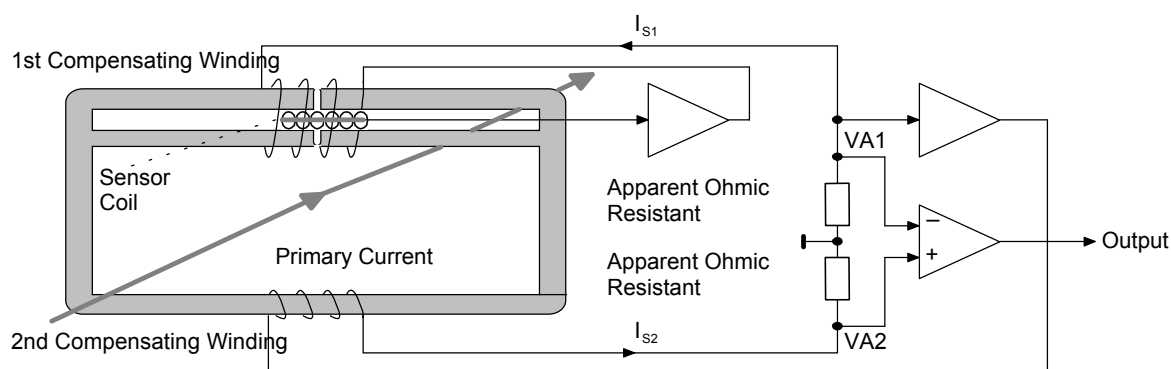


Рис.3.47 Принцип измерения тока в SKiiPPACK и MiniSKiiP 8...I

Выход переменного тока каждой фазы индуктивно передается в магнитное поле датчика, который будет воспринимать импульсы положительного и отрицательного магнитного поля. Датчик тока управляется через компенсирующие обмотки, с помощью которых выходной ток будет отклоняться.

Этот метод может быть также использован в силовых модулях, подвергающихся большим температурным перепадам, поскольку не возникнет никаких сдвигов из-за температуры, в отличие от датчиков Холла. Датчик характеризуется малой погрешностью ( $< 0.25$  %), низкой нелинейностью ( $< 0.1$  %) и высоким быстродействием ( $< 1$  мкс). Можно также измерять постоянный и переменный ток.

Выходные токи датчиков SKiiPPACK драйвера суммируются и нормализуются таким образом, что нормальный ток ( $I_C@25^0C$ ), приведенный в справочных данных, будет давать напряжение 8 В на рабочем выходе тока SKiiPPACK. Направление напряжения соответствует направлению переменного тока ( $> 0$  В: ток из SKiiPPACK,  $< 0$  В: ток в SKiiPPACK).

Как только достигается 125 % от  $I_C@25^0C$ , это напряжение будет возрастать до своего максимального значения 10 В, и ОСР внутри SKiiPACK будет выключено (ОСР: защита от перегрузок по току). IGBT закроются в течение 1 мкс и установится память ошибок.

Рис.3.48 поясняет преимущества ОСР по сравнению с защитой от перегрузок по току с помощью контроля  $V_{CE}$ .

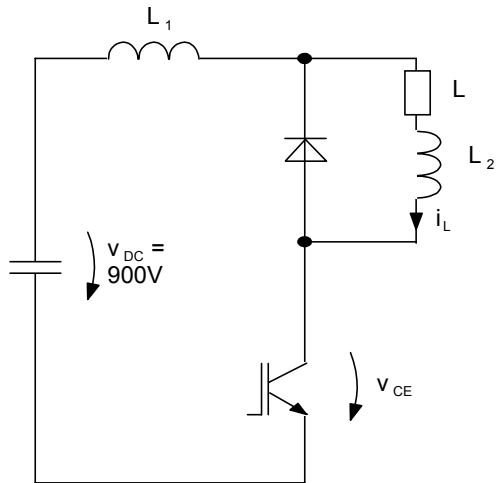


Рис.3.48 Характеристики тока и напряжения при перегрузках по току  $I$  для контроля  $V_{CE}$  и ОСР

- 1)  $v_{CE}$  - характеристика при выключении с перегрузкой и контролем  $V_{CE}$
- 2)  $i_L$  - характеристика (инверсная) при выключении с перегрузкой и контролем  $V_{CE}$
- 3)  $v_{CE}$  - характеристика при выключении с перегрузкой и ОСР
- 4)  $i_L$  - характеристика (инверсная) при выключении с перегрузкой и ОСР

С ОСР перегрузка по току обнаружится раньше, чем с контролем  $V_{CE}$ , поскольку не требуется времени для пропускания сигнала. Кроме того, пороговый уровень выключения не зависит от температуры, как с  $V_{CE}$  контролем, где, например,  $I_{CEERROR} = 1.25 I_C@25^0C$  устанавливается для  $V_{CEERROR}@125^0C$ . Благодаря положительному температурному коэффициенту напряжения насыщения в NPT-IGBT, может протекать значительно больший ток коллектора при достижении порога переключения  $V_{CEERROR}@125^0C$  в холодном IGBT (примерно в два раза при  $25^0C$ / три раза при  $-25^0C$ ).

Большие токи коллектора могут быть в результате большого превышения напряжения при выключении.

Возможности современных IGBT очень быстро выключаться при разном управлении затвора (сопротивление затвора  $R_{Goff}$ ), однако может вызвать большие перенапряжения при выключении даже при короткозамкнутом мягком выключении, что в большинстве случаев требует отклонение от нормы  $I_C$ .

### Измерение температуры и защита при перегревах

Измерение температуры производится РТС-резистором с почти линейной характеристикой, он располагается на DCB-подложке одной фазы. Выходной сигнал усиливается и нормализуется как аналоговый сигнал с максимальной ошибкой 5 % в диапазоне 40...125 °С и используется для выключения при перегревах 115 °С ± 3 К.

Нормализованный аналоговый сигнал составляет 2 В при 41.5 °С и 10 В при 117.5 °С.

### Контроль напряжения питания силовой части (опция U)

Напряжение питания силовой части контролируется с помощью дифференциального усилителя с высоким входным сопротивлением, который отвечает требованиям стандарта VDE 0160/EN 50178 (безопасная электрическая изоляция).

Нормализованный выходной сигнал 9 В соответствует напряжению  $V_{dmax}$  (ошибка измерения 2 %).

### Получение аналоговых сигналов

Благодаря основательной ЭМП-согласованной концепции драйвера, часто конструкция выполняется без экранирования проводов, даже при большой их длине.

Для гарантирования безукоризненной обработки аналоговых сигналов в SKiiPPACK, однако, важно избегать петель на общем проводе и падений напряжения на измерительных проводах, которые не вызваны измерительными сигналами. Поэтому, измеряемые токи должны проходить со стороны общей шины через AUX-GND- контакты, а не через общие провода источника питания (см.рис.3.49).

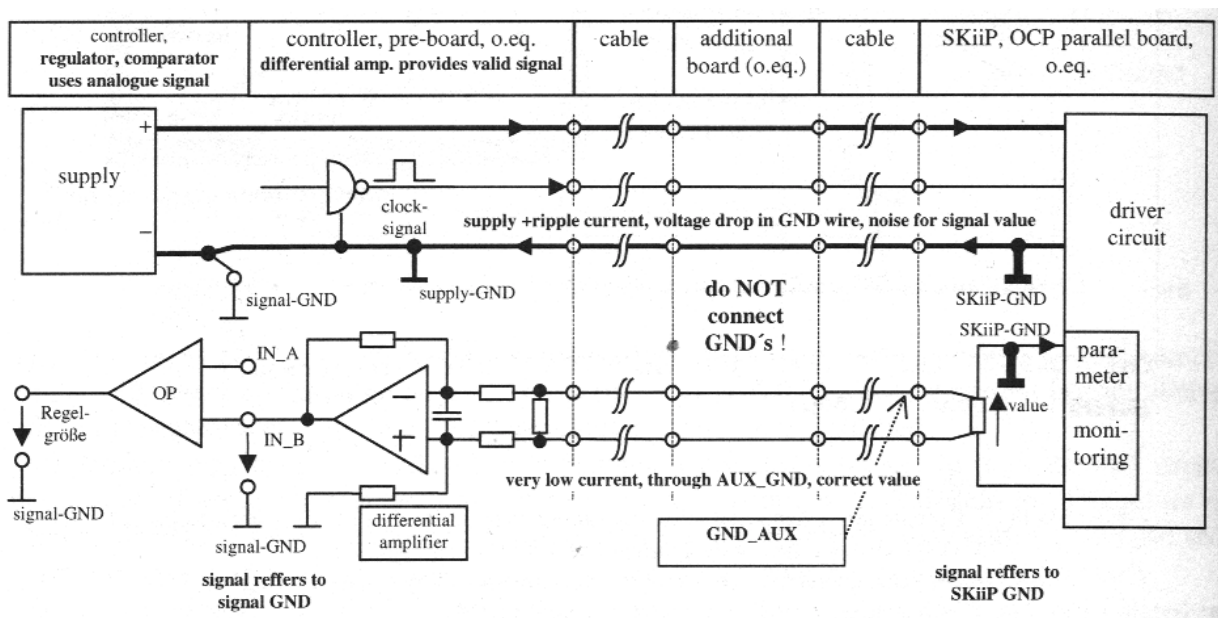


Рис.3.49 Обработка выходных аналоговых сигналов в SKiiPPACK