

Параметр: температура корпуса $T_{case} = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$

Импульс прямого тока I_{FM} или прямой импульсный ток I_{Fpulse}

Импульсное значение тока диода при импульсной работе

Параметры: длительность импульса t_p , температура корпуса, например $T_{case} = 25\text{ }^{\circ}\text{C}, 80\text{ }^{\circ}\text{C}$

2.2.2 Характеристики

Структура MOSFET модулей

Напряжение пробоя сток-исток $V_{BR(DSS)}$

Напряжение пробоя сток-исток, затвор-исток закорочены ($V_{GS}=0$)

Параметры: обратный ток стока I_D , температура корпуса $T_{case} = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$

Пороговое напряжение затвор-исток $V_{GS(th)}$

Напряжение затвор-исток, при превышении которого потечет ток стока,

Параметры: напряжение сток-исток $V_{DS}=V_{GS}$, ток стока I_D , температура корпуса $T_{case} = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$

Ток стока I_{DSS} при нулевом напряжении на затворе

Запирающий ток между стоком и истоком при закороченных затвор-исток ($V_{GS} = 0$) и напряжении сток-исток $V_{DS}=V_{DSS}$,

Параметр: температура корпуса $T_{case} = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $125\text{ }^{\circ}\text{C}$

Ток утечки затвор-исток I_{GSS}

Ток утечки между затвором и истоком при закороченных сток-исток ($V_{DS} = 0$) и максимальном напряжении затвор-исток V_{GS} ,

Параметры: напряжение затвор-исток V_{GS} , температура корпуса $T_{case} = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$

Сопротивление сток-исток $R_{DS(on)}$ во включенном состоянии

Коэффициент изменения напряжения V_{DS} и тока стока I_D в полностью управляемом затвором MOSFET при определенном напряжении затвор-исток V_{GS} , и определенном токе стока I_D (при номинальном токе),

В этом состоянии V_{DS} пропорционально I_D , при больших значениях входного открывающего напряжения $V_{DS(on)} = R_{DS(on)} \cdot I_D$

Параметры: напряжение затвор-исток V_{GS} , ток стока I_D (номинальный ток), температура корпуса $T_{case} = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($R_{DS(on)}$ сильно зависит от температуры!).

Характеристики прямой передачи g_{fs}

Коэффициент изменения напряжения затвор-исток и тока стока при определенном токе стока I_D (при номинальном токе),

Параметры: напряжение сток-исток V_{DS} , ток стока I_D (номинальный ток), температура корпуса $T_{case} = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Емкость кристалл-корпус C_{CHC}

Емкость между внутренними компонентами и основной пластиной корпуса или потенциалом теплоотвода.

Параметр: температура корпуса $T_{\text{case}} = 25 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Входная емкость C_{iss}

Емкость между затвором и истоком при закороченных сток-исток для переменного тока и напряжении затвор и исток $V_{\text{GS}} = 0$.

Параметры: напряжение сток-исток, частота измерений f , температура корпуса $T_{\text{case}} = 25 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Выходная емкость C_{oss}

Емкость между стоком и истоком при закороченных затвор-исток ($V_{\text{GS}} = 0$),

Параметры: напряжение сток-исток, частота измерений f , температура корпуса $T_{\text{case}} = 25 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Обратная передаточная емкость (емкость Миллера) $C_{\text{rss}}, C_{\text{mi}}$

Емкость между стоком и затвором при закороченных сток-исток на переменном токе и напряжении затвор и исток $V_{\text{GS}} = 0$. Для измерения исток должен подключаться экранированным к измерительному мосту.

Параметры: напряжение сток-исток, частота измерений f , температура корпуса $T_{\text{case}} = 25 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Паразитная индуктивность сток-исток L_{DS}

Индуктивность между стоком и истоком

Времена переключения

Времена переключения в справочных данных на MOSFET определены измерительной цепью с активной нагрузкой, в соответствии с рис.2.1a. Они определяются по характеристике затвор-исток при включении и выключении, см рис.2.1b. Время переключения и реальные характеристики тока и напряжения определяются внутренними емкостями, индуктивностью и сопротивлением и, тем самым, цепями затвора и стока; по этой причине, все данные и характеристики в техническом описании могут служить только ориентиром.

Характеристики тока и напряжения не подходят для большинства случаев применения, так как они основаны на чисто активной нагрузке, их значение ограничено определением времени коммутации.

Характеристики будут отличаться, особенно при индуктивной или емкостной нагрузке (п.1.2.3) а также отличаться результаты измерения.

Следующие параметры приведены по отношению к временам переключения:

цепь измерения, напряжение питания сток-исток, напряжение управления затвор-исток, ток стока, последовательное сопротивление затвора (внутреннее сопротивление цепи управления), иногда сопротивление затвор-исток, температура корпуса $T_{\text{case}} = 25^{\circ}\text{C}$

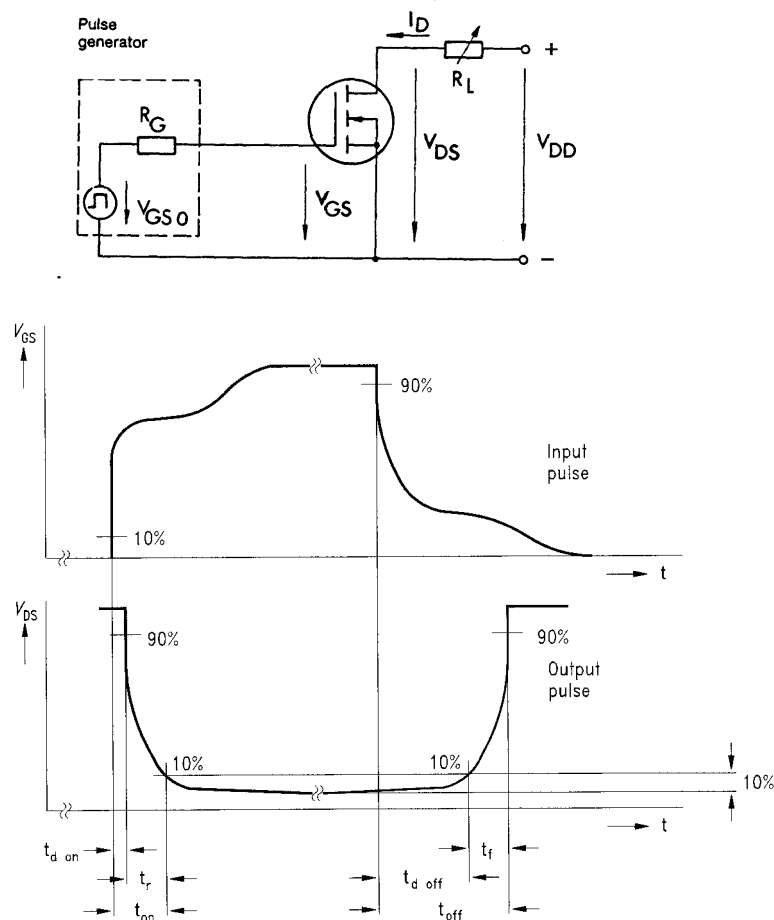


Рис.2.1 а) цепь измерения; б) определение времени переключения MOSFET с активной нагрузкой

Время задержки включения $t_{d(\text{on})}$

После быстрого включения положительного напряжения затвор-исток V_{GG} , напряжение затвор-исток начнет возрастать с постоянной времени, которая определяется входной емкостью и сопротивлением затвора. Как только достигается пороговое напряжение $V_{GS(\text{th})}$, начнет возрастать напряжение сток-исток, и ток стока будет расти.

Время задержки включения $t_{d(\text{on})}$ определяется как временной интервал между моментами, когда напряжение затвор-исток достигает 10 % от максимального значения (V_{GG}), и когда напряжение сток-исток падает на 90 % от своего первоначального значения (V_{DD}).

Время нарастания t_r

Время нарастания t_r определяется временным интервалом, следующим за временем задержки включения, когда напряжение сток-исток падает с 90 % до 10 % от своего

первоначального значения (V_{DD}). За это время ток стока будет расти, т.е. основная часть потерь при включении возникает в этот временной период.

Сумма задержки включения $t_{d(on)}$ и времени нарастания t_r называется **временем включения t_{on}** .

Пока напряжение сток-исток не достигло своего значения в открытом состоянии $V_{DS(on)} = R_{DS(on)} \cdot I_D$ по окончании t_{on} , но все еще составляет 10 % V_{DD} , потери будут больше по окончании t_{on} , чем потери в открытом состоянии.

Время задержки выключения $t_{d(off)}$

После выключения положительного управляющего напряжения затвор-исток, напряжение V_{GS} начнет падать с постоянной времени, которая определяется входной емкостью и сопротивлением затвор-исток MOSFET. Ток стока, который связан с напряжением затвора в активной рабочей зоне через характеристику прямой передачи $g_{fs} = di_D/dv_{GS}$, также начнет падать и соответственно начнет расти напряжение сток-исток.

Время задержки выключения $t_{d(off)}$ определяется как временной интервал между моментами, когда напряжение затвор-исток снизится до 90 % от максимального значения (V_{GG}), и когда напряжение сток-исток вырастет на 10 % от своего значения (V_{DD}).

Время спада t_f

Время спада t_f определяется временным интервалом, следующим за временем задержки выключения, когда напряжение сток-исток вырастет с 10 % до 90 % от своего конечного значения V_{DD} . За это время ток стока будет падать, т.е. основная часть потерь при выключении возникает в этот временной период.

Сумма задержки выключения $t_{d(off)}$ и времени спада t_f называется **временем выключения t_{off}** .

Пока ток стока не снизился до значения отсечки по окончании t_{off} , но все еще составляет 10 % тока в открытом состоянии, потери будут больше по окончании t_{on} , чем потери в закрытом состоянии.

Внутреннее тепловое сопротивление переход-корпус R_{thjc} MOSFET модуля

Тепловое сопротивление R_{thjc} описывает распространение тепла между кристаллами MOSFET (индекс j) и корпусом модуля (индекс c). Оно характеризует статическое распространение тепла системы MOSFET внутри модуля (чаще с параллельными кристаллами) и зависит от размеров кристалла и конструкции модуля.

Разность температур ΔT_{jc} между температурой кристалла T_j и корпуса T_{case} при постоянной рассеиваемой мощности P определяется как: $\Delta T_{jc} = T_j - T_{case} = P \cdot R_{thjc}$.

Тепловое сопротивление контакта корпус-теплоотвод R_{thch} MOSFET модуля

Тепловое сопротивление R_{thch} описывает распространение тепла между корпусом модуля (индекс c) и теплоотводом (индекс h). Оно характеризует статическое распространение тепла MOSFET модуля (чаще с несколькими MOSFET ключами) и зависит от размеров модуля, теплоотвода и поверхности корпуса, толщины и параметров термослоя (паста, фольга, прокладка) между модулем и теплоотводом, а также от силы прижимания крепежными винтами.

Разность температур ΔT_{ch} между температурой корпуса T_{case} и теплоотвода T_h при постоянной общей единичной рассеиваемой мощности P_n внутри модуля определяется как:
$$\Delta T_{ch} = T_{case} - T_h = P_n \cdot R_{thch}.$$

Раздельное нахождение R_{thjc} и R_{thch} не возможно для модулей без основной пластины. Для таких модулей R_{thjh} показан на MOSFET и на модуль. Разность температур можно рассчитать аналогично.

Механические данные

Кроме типа конструкции модуля, приведенные механические данные обычно отображают:

Момент вращения M_1 крепежных винтов (минимальное и максимальное значения) в Нм или фунт.дюйм;

Момент вращения M_2 выводов (минимальное и максимальное значения) в Нм или фунт.дюйм;

Масса w модуля в г;

Допустимое ускорение при вибрации в $m \cdot c^{-2}$.

Обратные диоды

Прямое напряжение обратного диода (обратное напряжение сток-исток) V_{SD}, V_F

Обратное напряжение сток-исток падает при закороченных затвор-исток. V_{SD} описывает прямую характеристику паразитного обратного диода MOSFET или гибридного обратного диода, которые не параллельны MOSFET.

Параметры: прямой ток I_F , температура корпуса $T_{case} = 25 \text{ }^{\circ}C$

Пороговое напряжение обратного диода $V_{(T0)}$

Крутизна характеристики прямого сопротивления обратного диода r_T

С помощью порогового напряжения и крутизны характеристики прямого сопротивления можно получить упрощенную аппроксимацию прямой характеристики. Пороговое напряжение показывает точку пересечения с осью напряжений, крутизна характеристики прямого сопротивления определяет скорость нарастания характеристики.

Время восстановления обратного диода t_{rr}