

7- Aplicações do transístor MOS

Objectivos – Estudo de aplicações representativas do MOSFET nos domínios analógico e digital. Montagem e estudo de um andar simples de amplificação em configuração de fonte comum. O MOSFET como interruptor analógico controlado por tensão. Circuitos biestável (flip-flop) e astável.

7.1 – O transístor MOS como amplificador

A fig. 7.1 mostra o esquema de um amplificador simples baseado num MOSFET do tipo VN2222, numa configuração de fonte comum.

a) Comece por montar o circuito. Os condensadores a usar devem ser electrolíticos. Tenha atenção à respectiva polaridade. A fonte de alimentação da bancada deve ser previamente ajustada para 15V e ligada entre o ponto marcado +15V e a massa. A fonte AC, identificada com V_{in} , corresponde ao gerador de sinal da bancada mas não precisa de ser ligada já.

b) Meça agora os valores de V_o , V_S e V_G . Calcule I_{DS} .

c) Com base nos dados anteriores determine o factor de transconductância do transístor, k . Assuma $V_T = 1.5V$.

d) Configure agora o gerador de sinal da bancada para sinal sinusoidal, 1kHz e 100mVp-p. Ligue-o na entrada do amplificador (ponto In) e observe, usando o osciloscópio, o sinal amplificado em V_o . Qual é o ganho em tensão, $A_v \equiv \Delta v_o / \Delta v_{in}$.

e) Qual é a excursão máxima que consegue ter em V_o (sem distorção visível)?

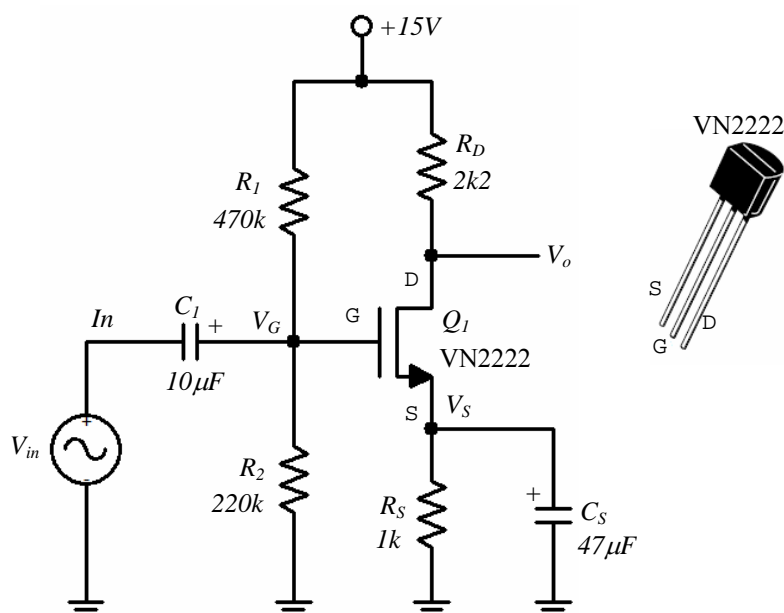


Fig. 7.1

7.2 – O transistor MOS como porta de passagem

A fig. 7.2 representa um circuito onde um transistor MOS é usado como *porta de passagem* ou de transmissão. Neste modo de funcionamento, que encontra aplicações tanto no domínio analógico (e.g. circuitos de amostragem em conversores analógico-digital) como no digital (e.g. multiplexadores) o MOSFET é usado como um interruptor controlado por tensão.

A tensão de controlo do *interruptor* é V_G . Se $V_G > V_T$ (botão de pressão S_I premido), o interruptor encontra-se no estado *fechado* com In ligado a Out . Se $V_G < V_T$ (botão S_I não premido), o interruptor encontra-se *aberto* com In isolado de Out .

A utilização deste *interruptor* deve obedecer, no entanto, a algumas restrições (como verá a seguir), sendo uma delas que o sentido da corrente, quando o interruptor está fechado, seja sempre de In para Out .

a) Comece por configurar o gerador de sinal da bancada para sinal sinusoidal, $1kHz$, $2V_{p-p}$ e *offset* de $4V$.

b) Monte o circuito e ligue-o à fonte de alimentação (ajustada para $+10V$) e ao gerador de sinal.

Usando o osciloscópio, observe o sinal V_o e veja o que acontece quando prime e larga o botão de pressão S_I . Explique.

c) Bloqueio da porta: Sem premir S_I (Q_1 *off*), reduza o *offset* do sinal de entrada até V_{in} atingir valores negativos. Que sinal obtém em V_o ? Explique.

d) Passagem da porta: Com S_I premido (Q_1 *on*), aumente o *offset* de V_{in} até o sinal V_o apresentar distorção visível. Qual é o limite superior de V_{in} que permite obter V_o sem distorção? Explique.

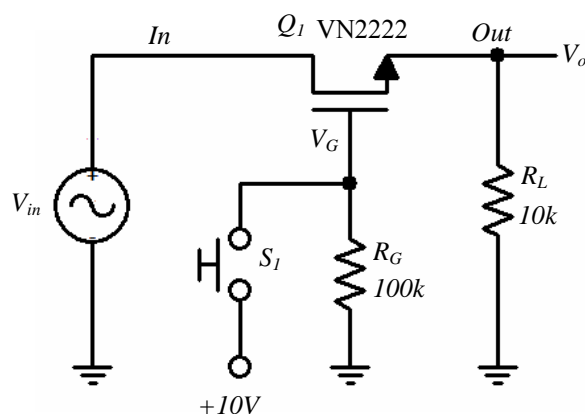


Fig. 7.2

7.3 – Circuito biestável

O circuito da fig. 7.3 é chamado de *biestável* (ou *flip-flop*) e representa outra aplicação muito importante dos transistores MOS: as células de memória estática (SRAM). Utiliza dois MOSFETs ligados numa configuração de *feedback* positivo, o que lhe confere a característica de estabilizar num de dois estados possíveis quando a alimentação é ligada: Q_1 a conduzir (na região linear) e Q_2 cortado; ou Q_1 cortado e Q_2 a conduzir.

a) Monte o circuito e ligue-o à fonte de alimentação (ajustada para $+10V$). Meça as tensões V_{D1} e V_{D2} . Qual dos transistores está a conduzir e qual está cortado?

b) Mude o circuito para o outro estado, premindo o botão de pressão que está ligado à porta do transistor que está a conduzir. Explique como é que esta acção obriga o biestável a mudar de estado.

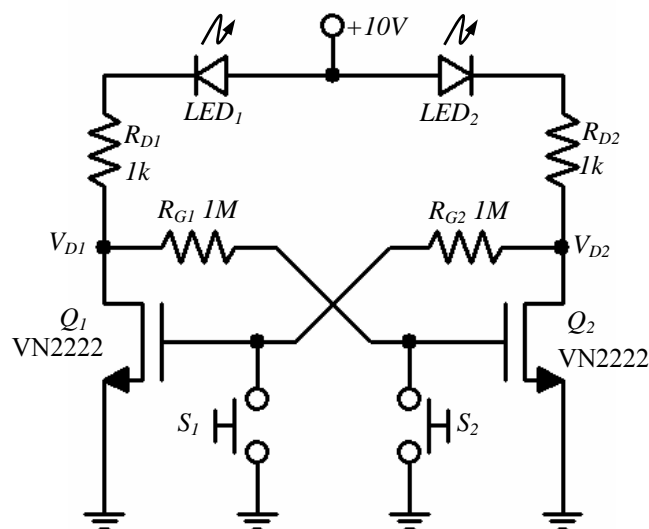


Fig. 7.3

7.4 – Circuito astável

O circuito da fig. 7.4 é um astável, o que significa que não tem nenhum estado estável. Por esse motivo, quando a alimentação é ligada, o circuito oscila continuamente entre dois estados: Q_1 a conduzir e Q_2 cortado; e Q_1 cortado e Q_2 a conduzir. A velocidade com que o circuito comuta entre os dois estados é determinada, essencialmente, pelas constantes de tempo $R_{G1} \cdot C_2$ e $R_{G2} \cdot C_1$.

a) Monte o circuito, ligue-o à fonte de alimentação (ajustada para +10V) e observe o comportamento do circuito. Os LEDs devem acender alternadamente.

b) Mude ambos os valores de C_1 e C_2 para $2.2nF$ e observe no osciloscópio as tensões V_{D1} e V_{D2} . A que frequência oscila agora o circuito?

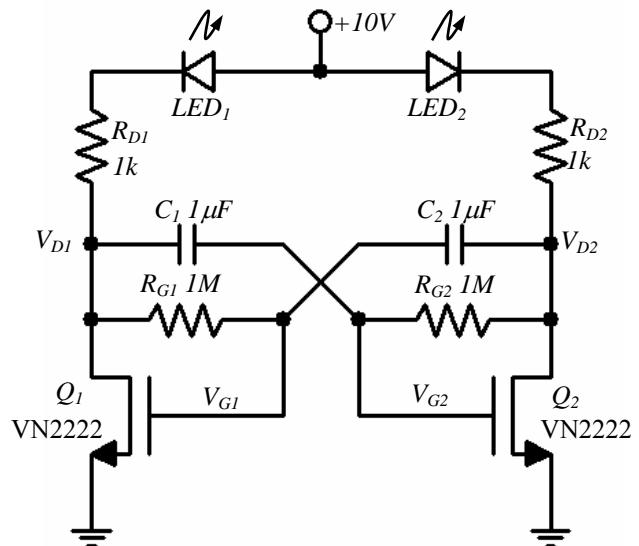


Fig. 7.4