Referat: MOSFET

1. Einführung
   - npn – Struktur ist ausgebildet
   - sehr dünne Isolationsschicht
   - bei Anlegen einer Spannung zwischen dem Gate und Bulk (Source) bildet sich ein Kondensator aus
     - ab einer bestimmten Schwellspannung U_{th} bildet sich ein Kanal aus

2. MOSFET als Schalter

2.1. Kapazitäten
   - MOSFETs weisen aufgrund ihres Aufbaus hohe interne Kapazitäten auf:
     - in Abb.1 ist zu erkennen, dass sich folgende Kapazitäten ausbilden
       - Gate-Source-Kapazität
       - Gate-Drain-Kapazität
       - Drain-Source-Kapazität
   - in den Datenblättern ist in der Regel nur von folgenden Kapazitäten die Rede:
     - Eingangskapazität ($C_{iss}=C_{GS} + C_{GD}$)
     - Rückkopplungskapazität ($C_{rss}=C_{GD}$)
     - Ausgangskapazität ($C_{oss}=C_{GD} + C_{DS}$)

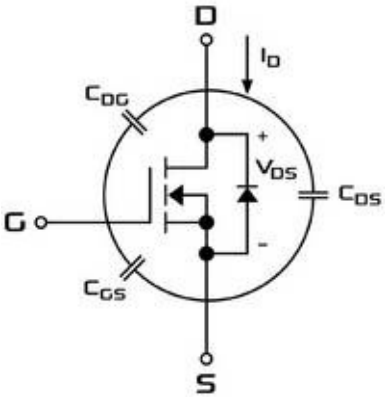

Abb. 1: MOSFET-Kapazitäten

2.2. Induktivitäten
   - es bilden sich im Drain- und Sourcekreis parasitäre Streuinduktivitäten aus
     - diese verringern die Schaltgeschwindigkeit und sind daher nicht gewollt

2.3. Eingangswiderstand
   - der innere Widerstand der Ansteuerschaltung wird Eingangs- oder Ansteuerwiderstand genannt
     - dabei wird die Spannung U_{GS} immer träger und indirekter in Bezug auf die Ansteuerspannung U_{ST}, je höher dieser wird, da die Gate-Source-Kapazität langsamer geladen wird

2.4. Freilaufdiode

- der pn-Übergang von Substrat und Drain bilden eine Diode
  - diese verhindert die Rückwärtsleitfähigkeit und verlängert aber durch den Prozess des Umladens die Schaltgeschwindigkeit

4. Schaltvorgänge

4.1 Einschalten

(siehe dazu im Datenblatt „Figure 13. GATE TO SOURCE VOLTAGE vs. GATE CHARGE“

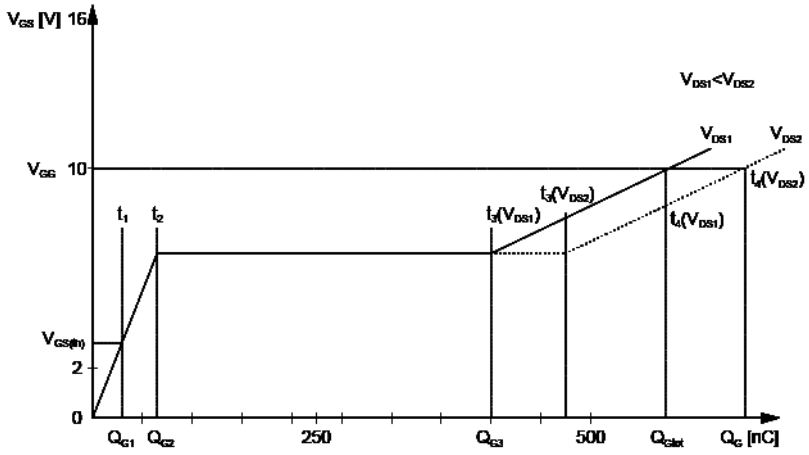

Abb. 2: Gate-Source-Spannung in Abhängigkeit von der Gateladung

- durch die Steuerspannung beginnt der Gatestrom zu fließen
- dadurch lädt sich die Gatekapazität auf und somit steigt auch die Gatespannung V_{GS}
- der Drainstrom beginnt zu fließen wenn V_{GS} bis auf $V_{GS(th)}$ angestiegen ist, d. h. der Transistor schaltet ein und durchläuft zunächst den aktiven Bereich
- dabei steigt I_D auf min. I_L an
- V_{GS} steigt bis auf den Wert $V_{GS1}=I_D/g_{fs}$ an, wobei g_{fs} die Steilheit darstellt
- ab t_2 sperrt die Freilaufdiode (t_2 ist an der Stelle Q_g=10nC)
- während V_{GS} konstant bleibt, sinkt V_{DS} bis t_2 soweit ab, dass ihr Durchlasswert nahezu erreicht ist
- solange V_{DS} abfällt lädt I_G die Millerkapazität C_{GD} um
- jetzt ist der Transistor in den ohmschen Arbeitsbereich eingetreten
- V_{GS} und I_D sind nicht mehr über g_{fs} verkoppelt
- nun steigt V_{GS} bis zur Höhe der Gate-Steuerspannung V_{GG}
- die Ladungsmenge Q_{Gtot}, welche notwendig ist zum erreichen einer gewissen Gate-Source-Spannung, ist umso größer, je höher die Drainspannung V_{DD} ist

4.2. Ausschalten

- beim Ausschalten verlaufen die Vorgänge in entgegengesetzter Richtung, nur muss jetzt die Ladungsmenge Q_{Gtot} aus dem Gate abgeführt werden

4.3. Schaltverluste

- MOSFETs haben in der Regel sehr geringe Schaltverluste
- dabei gilt: Je höher die Frequenz, desto niedriger die Verluste
- d. h. dass genau während des Schaltens die Verluste am größten sind

5. Treiberschaltungen

- die Treiber sind dazu da den Steuerstrom und die Steuerspannung in die MOSFETs einzuprägen
- dabei sollte der Strom in der Regel ziemlich hoch sein um steile Schaltflanken zu erzielen, dabei ist zu beachten, dass jeder MOSFET einen anderen Steuerstrom und eine andere Steuerspannung braucht
- demzufolge sollten die Treiber einen kleinen Innenwiderstand haben, damit die Kapazitäten möglichst schnell geladen werden

6. Quellen

- H.-D.Junge und G. Müller: Lexikon Elektrotechnik (1. Aufl., 1994), S. 416-417
- http://www.referate10.com/referate/Technik/10/Der-MOSFET-als-Schalter-reon.php
- http://www.nessel.info/html/fet_b.htm
- http://www.sprut.de/electronic/switch/parts.html
- http://www.sprut.de/electronic/switch/nkanal/nkanal.html
- http://www.semikron.com/internet/index.jsp?language=de&sekId=229
- http://www.wikipedia.de - Stichwort MOSFET