

Prüfungsbericht zur Diplomprüfung im Fach Elektronik
Prüfer: Schemmel
Beisitzer: Schultz-Coulon Note: 1,0
Datum: 15.4.2008

Also ich muss kurz anmerken, dass ich mal wieder sehr faul war und den Bericht jetzt erst 3 Monate nach der Prüfung schreibe, und daher nicht mehr ganz sicher bin ob ich alles so richtig zusammen bekomme. Also keine Garantie auf Vollständigkeit....

- F: Wir haben in der Vorlesung Bauteile, Analog- und Digitaltechnik behandelt. Womit möchten Sie anfangen?
- A: Digitaltechnik
- F: Dann erklären Sie bitte wie ein Master-Slave Flipflop funktioniert
- A: Hm, ist etwas umfangreicher. Ich fange mal oben an und arbeite mich dann durch. Am Anfang steht das Latch...
- F: Dann fangen Sie aber unten an, das ist aber in Ordnung (*Wo er recht hat hat er recht...*)
- A: Das Latch besteht einfach aus zwei rückgekoppelten Invertern. (*kleines Bilchen gemalt...*). Wenn jetzt auf einer Seite high und auf der anderen low anliegt, ist das ein stabiler Zustand. Jetzt wollen wir auch noch etwas in den Speicher schreiben können. Dazu tauschen wir die Inverter durch NAND oder NOR Gatter, moment, muss kurz überlegen was passt. (*habe dann das Bild erweitert*)
Jetzt kann man schreiben indem man an eine der Datenleitungen eine 0 anlegt. Man darf nur nicht an beiden Leitungen 0 anlegen.
- F: Das wäre eigentlich kein Problem
- A: Hm, genau genommen haben Sie recht. Ein Problem gibt es nur wenn man auf beiden Seiten gleichzeitig auf 1 wechselt. Da es sich um ein Mitgekoppeltes System handelt müssen sich dann die Störungen erst verstärken, bis wieder ein stabiler Zustand eintritt. Das kann unter anderem wesentlich länger dauern als eine Taktperiode. Insbesondere ist das problematisch wenn z.B. ein Inverter nachgeschaltet ist, denn wenn eine mittlere Spannung am Eingang anliegt schalten beide Transistoren im Inverter durch und wir haben einen Kurzschluss.
- F: Das ist richtig, dann machen Sie mit dem Flipflop weiter
- A: Das Problem mit den beiden Eingängen löst man, indem man die beiden Eingänge über einen Inverter verbindet. Dann liegt immer nur auf einer Seite eine 0 an
- F: So funktioniert aber Ihr Flipflop nicht mehr.
- A: Achso, da haben Sie natürlich recht. So würde man ja immer auf einer Seite schreiben. Man braucht auch noch einen Enable Eingang, der vorher mit den Eingang und den Invertierten Eingang verknüpft wird. Problematisch ist jetzt noch, wenn der Dateneingang seinen Wert genau beim Schreibvorgang ändert, dann kann es passieren, dass an beiden Dateneingängen gleichzeitig eine 1 anliegt, weil der Inverter eine Verzögerung verursacht. Wenn dann beide 1er auf 0 wechseln wenn das enable Signal ausgeht hat man wieder oben erwähntes Problem.
- F: Das stimmt so nicht ganz, da können wir später mal drüber reden. Beenden Sie erst einmal das FlipFlop
- A: Also beim Master Slave FlipFlop schaltet man jetzt 2 solche Latches hintereinander, verbindet den Ausgang des einen mit dem Eingang des anderen und invertiert beim einen das Enable Signal, welches man ab jetzt Clock nennt. Dann übernimmt bei jeder steigender oder fallender Flanke das 2. Flipflop die Daten vom ersten. (*Habe dann noch das Bild vervollständigt und irgendwie keine Lust jetzt hier eine Zeichnung einzufügen. Eben genau wie in seinen Folien*)
- F: Und wie ist das jetzt hier, wird bei steigender oder fallender Flanke geschrieben ?

- A: *(Das habe ich dann natürlich verwechselt. Schultz Coulon meinte dann, die Vorzeichen seien ja eh nicht so wichtig)*
- F: Kommen wir mal zum Timing zurück. Ich behaupte, das der Fall den Sie oben beschrieben haben, das an beiden Eingängen gleichzeitig von 0 auf 1 geschaltet wird nicht vorkommen kann
- A: *(Ich habe dann nach seiner Anweisung ein Timing Diagramm gezeichnet und die Übergänge eingezeichnet. Es stellte sich dann heraus, dass wenn der Inverter nur schnell genug schaltet, die Situation wirklich nicht eintreten kann)*
- F: Sie sehen also das stellt nicht unbedingt ein Problem dar. Nur welche Voraussetzungen brauchen Sie?
- A: Das der Inverter schnell genug ist
- F: Jetzt haben wir schon viel von Timing geredet, zeichnen Sie mal ein Timing Diagramm für ein Flipflop mit den wichtigen Zeiten
- A: Also Timing Diagram mit einem etwas verzögerten Ausgang, Setup- und Holdzeit.
- F: Eine Zeitangabe fehlt nun...
- A: Tut mir leid, wüsste nicht welche
- F: Eigentlich haben Sie es implizit schon erwähnt
- A: *(Nach etwas hin und her stellt sich dann heraus dass er die Clock to Output Zeit, also das Delay noch eingezeichnet haben wollte.)*
- F: Wenn man jetzt mehrere Flipflops hintereinander schaltet, welche Relation müssen die Zeiten dann erfüllen.
- A: Clock to Output muss länger als Hold sein. Sonst ändert sich ja der Datenwert während der Hold Zeit des 2. Flipflops
- F: Wie würden Sie denn jetzt einen Zähler realisieren?
- A: Darf ich einen Binäraddierer benutzen?
- F: Ja
- A: *(Habe dann eben ein Register und einen Addierer, dessen einer Eingang konstant auf 1 gesetzt war kombiniert, in einer sehr sehr rudimentären Zeichnung. Schultz Coulon meinte dann, die Zeichnung hätte ihm sehr gefallen, da ich nicht versucht hätte, Zeit zu schinden und andere Prüflinge hätten sich da 3 Minuten lang dran verkünstelt)*
- F: Wie sieht das denn jetzt hier mit dem Timing aus?
- A: Jetzt kommt eben noch das Delay durch den Addierer hinzu
- F: Und wenn man jetzt das Timing mit dem Takt vergleicht?
- A: Dann muss die Summe der ganzen Zeiten kleiner gleich dem Takt sein
- F: Nicht ganz.
- A: Naja die Summe abgesehen von der Clock to Output Zeit. Allerdings muss Clock to Output + das Delay des Addierers größer sein, als die Hold Zeit sonst bekommt man wieder Probleme
- F: Ok, dann wechseln wir jetzt mal das Thema. Was können Sie mir denn zum Bipolar Transistor sagen.
- A: *(Habe dann kurz den Transistor phänomenologisch erklärt. Ebers Mol Model oder so hat er aber nicht gefragt.)*
- F: OK und wie kann man das nun interpretieren?
- A: Stromgesteuerte Stromquelle
- F: Welche Verschaltungsarten gibt es für den Transistor
- A: Emitter, Basis, Collector. Collector hat keine wirkliche Verstärkung *(kurz erklärt warum)*, nennt man auch Emmitter-Folger und wird als Impedanzwandler genutzt. Emitter und Basis sind sich eigentlich recht ähnlich. Haben quasi gleiche Verstärkung β , nur das der Eingangswiderstand bei Basisschaltung um einen Faktor β geringer. Das ist natürlich schlecht wenn man einen schwachen Treiber anschließt, besonders in der Eingangsstufe von Verstärkern.
- F: Wozu braucht man die Basisschaltung dann überhaupt?

- A: In der Hochfrequenztechnik. Es gibt den Millereffekt, der die Eingangskapazität durch Rückkopplung um den Faktor der Verstärkung verstärkt. Das produziert dann einen Tiefpass, den man nicht haben will. Um das Problem zu umgehen benutzt man die Kaskodenschaltung die aus einer Emitter und einer Basisschaltung besteht.
- F: Das war eigentlich kein Prüfungstoff, aber können Sie das kurz erklären?
- A: *(Naja ich wusste schon ziemlich genau wie das ganze funktioniert. Habe eben die Schaltung hingemalt und bin dann mit seiner Hilfe darauf gekommen, dass die Spannung zwischen der Emitter und der Basisschaltung fast konstant bleibt. Der Emittertransistor macht die Stromverstärkung, der Basistransistor die Spannungsverstärkung.)*
- F: Jetzt haben wir schon über Rückkopplung gesprochen. Was können Sie denn allgemein dazu sagen?
- A: Man hat einen beliebigen Verstärker, z.B. Operationsverstärker. Den koppelt man über eine Impedanz Z rück. *(Habe dann eben die Formeln angeschrieben. Wollte er nicht so genau sehen, sondern nur Größenordnungsmäßig was denn passiert)*
- F: Jetzt haben Sie Operationsverstärker erwähnt, was ist das denn überhaupt?
- A: Unendliche Verstärkung, Unendliche Bandbreite, Unendlicher Eingangswiderstand
- F: Da fehlt noch was
- A: Unendlich schnell
- F: Und wie sieht das mit dem unendlich in der Realität aus?
- A: Stimmt natürlich alles nicht wirklich
- F: *(Schultz Coulon meinte das sei bei einem Physiker genau die richtige Antwort, so eine schwachsinnige Frage. Es stellte sich dann heraus, dass man eigentlich alles recht gut realisieren kann, nur das unendlich schnell sei wirklich ein Problem)* Wie kann man jetzt die Verstärkung einstellen?
- A: Rückkopplung
(Es lief dann auf universelle Frequenzgangkorrektur hinaus, wobei er Stück für Stück all das fragte, was er dazu durchgenommen hat)
- F: Jetzt sind wir irgendwie schon wieder bei den Bauelementen gelandet, gehen wir mal zur Analogtechnik zurück, können Sie was zum Feldeffekttransistor sagen?
- A: *(Aufbau erklärt und dabei auch nebenbei erwähnt wie man das ganze produziert, p Substrat (beim NMOS), dann Gate aus Polysilizium, dann n Dotieren für Source, Drain, sehr praktisch wegen self aligned gate usw)*
- F: Da haben Sie jetzt noch was vergessen...
- A: Achso klar, das Gate Oxid
- F: Und wie funktioniert der Transistor jetzt?
- A: Erstmal nicht leitend zwischen Source Drain, da ja Diode in Sperrrichtung dazwischen. Legt man nun ein Potential ans Gate ändert man die Fermi Energie im Substrat direkt unterhalb des Gates und die Leitfähigkeit erhöht sich. Zuerst einmal Exponentiell (weak Inversion). Steigt die Fermienergie über die Leitungsbandgrenze (Strong Inversion) wird der Transistor leitend.
- F: Was gibt es für Unterschiede zum Bipolar Transistor?
- A: Symmetrisch, Spannungs nicht Stromgesteuert, praktisch unendlicher Eingangswiderstand, gut für erste Stufe im Operationsverstärker, Sättigung völlig anders (Im Bipolar wird die Basis mit Minoritäten überflutet, hier ist Drain Source Spannung größer als Gate Source Spannung), kleiner zu fertigen.
- F: *(Weiss nicht mehr so genau, aber er kam auf die Temperaturabhängigkeit des Ausgangsstromes zu sprechen.)*
- A: Also beim Bipolar stark abhängig in der Weak Inversion (exponentiell).
- F: Und wie ist das jetzt beim Bipolar Transistor, wenn ich z.B. den Eingangsstrom vorgebe?
- A: *(Habe mir dann irgend etwas zusammengereimt, warum das Temperaturabhängig sein sollte)*

- F: Das war jetzt falsch, der Ausgangsstrom ist nicht Temperaturabhängig, aber das war auch hinterhältig gefragt: Wenn ich die Eingangsspannung vorgebe ist er Temperaturabhängig.
- A: Achso, das liegt dann an der Temperaturabhängigkeit der Diodenkennlinie, so das der Ausgangsstrom von der Eingangsspannung abhängt. Der Faktor β ist dann aber konstant.
- F: Ja genau, ich denke das reicht dann jetzt auch, warten Sie bitte einmal vor der Tür

Naja, was gibt es zur Prüfung zu sagen. Lief alles sehr gut und Schemmel und Schultz Coulon waren sehr angenehm. Haben keine unfairen Fragen gestellt, und wenn die Frage über den Stoff hinausging auch keine sofortige Antwort verlang und geholfen. Der Stoff entsprach wirklich genau dem Vorlesungsstoff, sollte man darüber hinaus etwas erwähnen geht Schemmel schon gerne darauf ein, wie z.B. bei der Anode. Man kann die Prüfung auch gut steuern, zumindest hat er mich oft wenn ich einen neuen Begriff nannte erstmal darüber weiter ausgefragt. Vorbereitungszeit waren so ca. 3 Wochen. Ich habe leider keine wirklich guten Bücher gefunden die den Stoff gut abdecken ohne dabei viel zu weit zu gehen. Zusätzlich zur Mitschrift der Vorlesung habe ich noch das alte Elektronik Skript aus dem Jahr 99 das auf der Seite angeboten wurde gelesen.