

Prüfungsprotokoll

Physikalisches Wahlfach im Physik-Diplom

19. September 2006

Prüfer : Prof. Tavan und Prof. Riedle

Prüfungsstoff waren die Vorlesungen

A: Molekulare Biophysik von Prof. Tavan aus dem Wintersemester 2005/2006

gelernt hab ich hauptsächlich nach Skript,
aus dem Buch Haken, Wolf: Molekülphysik und Quantenchemie, das Prof. Tavan in der
Vorlesung empfohlen hat, die Kapitel über H_2^+ Ion, H_2 Molekül und Hybridisierung
(Seite 39 bis 67 in der Auflage von 1991 ISBN 3-540-54269-8),
sowie einzelne Teile in dem Buch Berg, Tymoczko, Stryer: Biochemie (insbesondere zu
Proteinen)

und

A: Elektronik I (Analogelektronik) von Prof. Riedle aus dem Sommersemester 2006

gelernt hab ich hauptsächlich nach Skript,
sowie aus dem Buch Tietze, Schenk: Halbleiter-Schaltungstechnik, Springer,
12. Auflage, 2002, ISBN 3-540-42849-6

Prüfungsdauer: ca. 55 min.

Die Fragen, soweit ich mich erinnern kann:

zu A: Molekulare Biophysik (Prof. Tavan):

Wie simuliert man Argon?

Argonatome in Würfel mit Periodischer Randbedingung, andere Möglichkeit wäre eine feste
Wand am Rand, Zeit (und Raum) diskretisieren (Verlet-Algorithmus),

$\vec{v}_i(t) = \frac{\vec{r}_i(t + \Delta t/2) - \vec{r}_i(t - \Delta t/2)}{\Delta t}$, (Prof. Tavan legt besonders Wert auf die Indizes, also dass

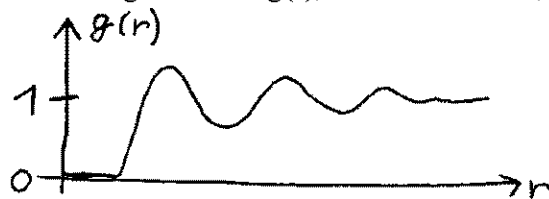
es sich auf das i te Teilchen bezieht und die Kraft auf dieses Teilchen $\vec{F}_i(\{\vec{r}_j\})$ von den Orten
der anderen Teilchen abhängt); analog ginge es für Beschleunigung und aus $m\vec{\ddot{r}}_i = \vec{F}_i(\{\vec{r}_j\})$
folgt dann das Ergebnis (wurde von Prof. Tavan hingeschrieben):

$$\vec{r}_i(t + \Delta t) = 2 \cdot \vec{r}_i(t) - \vec{r}_i(t - \Delta t) + \frac{\Delta t^2}{m_i} \cdot \vec{F}_i(\{\vec{r}_j\})$$

die benötigte Kraft ergibt sich über Wechselwirkung über Lennard-Jones-Potential (mit $1/r^6$
und $1/r^{12}$ u.s.w.), Startbedingungen „auswürfeln“, aber so, dass die Temperatur stimmt (und
sich kein Gesamtimpuls oder Gesamtdrehmoment ergibt). Cut-off Radius so wählen, dass
Atom nicht mit sich selber wechselwirkt.

Was erhält man dann?

Verteilungsfunktion $g(r)$, in der man sieht, dass es Nahordnung, aber keine Fernordnung gibt:



daraus kann man Strukturfaktor berechnen und den kann man durch Streuungs-Experimente auch experimentell bestimmen, man kann auch nach jedem Zeitschritt die Gesamtenergie berechnen (sollte ungefähr konstant bleiben, sonst war die Simulation schlecht), Maxwell Boltzmann-Verteilung stellt sich von alleine ein.

Was bedeutet das, wenn sich die Maxwell-Boltzmann-Verteilung von alleine einstellt?
System ist nicht chaotisch, kurz auf Liapunov-Exponent eingegangen.

Was wäre anders, wenn man nicht Argon, sondern Wasser simuliert?

Bindende und nicht bindende Wechselwirkungen, Abhängigkeit der Energie von H-O Abständen und Winkel zwischen den beiden H wird harmonisch genähert (geht also nicht für chemische Reaktionen), Wassermoleküle haben ein permanentes Dipolmoment, also Wechselwirkung zwischen permanenten Dipolen. Man kann dieses Dipolmoment gleich ein bisschen größer wählen, um damit zu berücksichtigen, dass die Wassermoleküle sich gegenseitig noch ein Dipolmoment induzieren.

Anstatt dass man alles, was außerhalb des cut-off-Radius ist null setzt kann man es auch durch ein konstantes ϵ_r nähern (mean-field).

Man kann die winkelaufgelöste Korrelationsfunktion betrachten, die zeigt, wie die Dipole der Wassermoleküle in der Umgebung des ersten Wassermoleküls ausgerichtet sind.

Und was ist, wenn man sich das Wassermolekül nicht als Dipol, sondern als einzelne Partialladungen vorstellt?

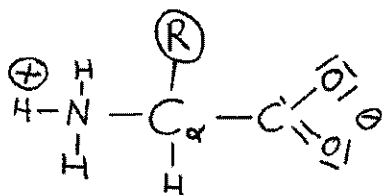
Ist daraus rausgelaufen, dass sich noch höhere Multipolmomente (Quadrupol u.s.w.) ergeben, die bei kleinen Abständen eine Rolle spielen. Beim Stichwort Multipolmomente hab ich noch kurz den SAMM-Algorithmus erwähnt.

Wie ist es, wenn man größere Moleküle, z. B. Proteine hat?

Ich hab erzählt, dass es schwieriger ist, weil bis eine Proteinkette nur durch Ausprobieren ihre richtige Form gefunden hat würde es fast unendlich lange dauern...

Prof. Tavan wollte irgendwie auf Proteine im Allgemeinen raus.

Ich hab den allgemeinen Aufbau einer Aminosäure hingezeichnet (als Zwitterion, also NH_3^+ auf der einen, und CO_2^- auf der anderen Seite),



und erwähnt, dass nur die linksgedrehten Aminosäuren in der Natur vorkommen (außer bei Glycin, wo man rechts- und linksgedreht nicht unterscheiden kann). Dann habe ich

Peptidbindung gezeichnet und begründet, dass sie in einer Ebene ist wegen partieller Doppelbindung zwischen C' und N. Peptidbindung hat Dipolmoment. Drehbar ist die Kette also nur noch bei den C_{α} ; auf der Seite zum N ist der Winkel φ , auf der Seite zum C' Winkel ψ , dann Ramachandran-Plot hingezeichnet und erklärt, Ausnahme bilden hier Glycin und Prolin.

zu A: Elektronik I (Analogelektronik) Prof. Riedle

Wie berechnet man in der Elektronik komplizierte Netzwerke?

Kirchhoff'sche Maschen und Knotenregel, eventuell Vierpole benutzen.

Wie kann Strom „durch“ einen Kondensator fließen?

Platten laden sich auf, das könnte man durch Differentialgleichungen rechnen (nicht gemacht), als Ergebnis folgt bei Wechselspannung für Kondensator $Z=1/(i\omega C)$ und analog für Spule $Z=i\omega L$. Wechselspannung lässt sich als $U(t) = \hat{U} \cdot \exp(i\omega t)$ schreiben, weil mit exp-Funktion es sich leichter rechnen lässt als mit Sinus, aber nur der Realteil hat physikalische Bedeutung. Man interessiert sich besonders für sinusförmige Wechselspannungen, weil jede anders geformte kann man im Prinzip per Fourier-Transformation aus sinusförmigen zusammensetzen.

Was ist der Vorteil von Vierpol-Rechnung?

Man hat zwar viel zu rechnen, aber die Rechnungen können stur algorithmisch durchgeführt werden, also optimal vom Computer gerechnet werden.

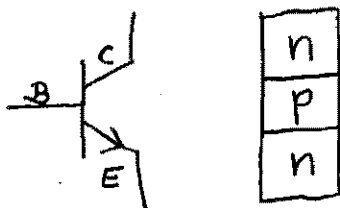
Würde man z. B. einen Transistor als Vierpol beschreiben? Was sonst?

Transistor eher nicht, weil es da wenig bringt.

Man würde es eher bei Hoch- und Tiefpass-Filtern nehmen, weil man die hintereinanderschaltet (kaskadiert) und sich dann die Bandpass-Filter am Computer gut berechnen lassen.

Was ist ein Bipolartransistor?

Strom fließt durch p und n dotiertes Halbleitermaterial, npn Transistor gezeichnet und erklärt:



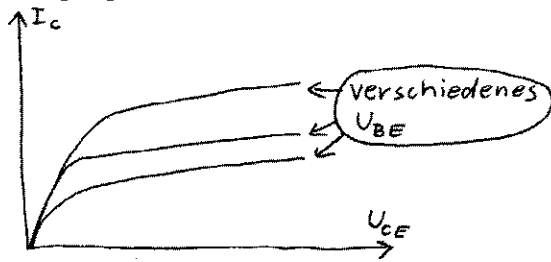
pnp ist analog, hat aber schlechtere Eigenschaften.

Wie stark verstärkt ein Transistor?

Stromverstärkung größenordnungsmäßig um Faktor 100.

Kennlinien?

Stromverstärkung bleibt ungefähr konstant, nimmt aber für große Ströme ab, Ausgangskennlinienfeld:



Was nutzt man?

Änderung vom Kollektorstrom im Abhängigkeit von der Spannung zwischen Basis und Emitter im Normalbetrieb, wobei gilt

$$I_C = I_s(T) \cdot \exp\left(\frac{U_{BE}}{U_T}\right) \cdot \left(1 + \frac{U_{CE}}{U_A}\right)$$

$$I_s(T) = I_s(T_0) \cdot \exp\left(\left(\frac{T}{T_0} - 1\right) \frac{U_G}{U_T}\right) \cdot \left(\frac{T}{T_0}\right)^X$$

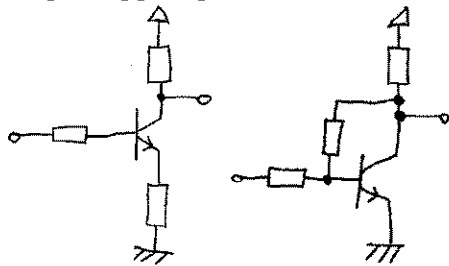
(Die Formeln hätte Prof. Riedle wohl gar nicht so genau verlangt, ich habe sie aber trotzdem hingeschrieben.)

Angenommen, Sie wollen einen Strom schalten, aber ihre Transistoren halten nur halb soviel Strom aus. Warum kann man nicht einfach 2 Transistoren parallel schalten so dass durch jeden nur der halbe Strom fließt?

Einer der beiden Transistoren wird immer ein bisschen stärker verstärken als der andere, also fließt mehr Strom durch ihn, dadurch erwärmt er sich und verstärkt dann noch stärker, und das schaukelt sich so immer weiter auf, bis dieser Transistor durchbrennt.

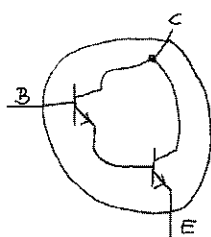
Was macht man dagegen bzw. gegen Temperaturabhängigkeit?

Gegenkopplung, also Strom- und Spannungsgegenkopplung:



jetzt hängt Verstärkung näherungsweise nur von den Widerständen ab und nicht vom Transistor, was gut ist, weil Widerstände weniger von Temperatur abhängen und weniger Herstellungsbedingte Schwankungen haben.

Was kann man machen, wenn das nicht reicht?



Darlington,

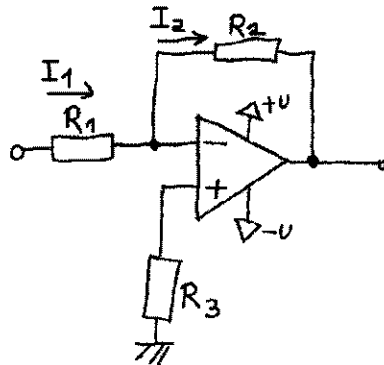
also 2 Transistoren, die man fertig in einem Gehäuse kaufen kann, und die ähnlich wie ein normaler Transistor benutzt werden können.

Eigenschaften von Operationsverstärkern?

Invertierender und nichtinvertierender Eingang, niedriger Eingangsstrom, sehr hohe Differenzverstärkung, positive und negative Versorgungsspannung u.s.w.

Operationsverstärker sind nicht perfekt, deshalb würden sie auch dann wenn invertierender und nicht-invertierender Eingang verbunden werden eine maximale (positive oder negative) Ausgangsspannung liefern. Daher ist sinnvoller Betrieb fast nur mit Gegenkopplung möglich.

Invertierender Verstärker:



$I_1 \approx I_2$ weil kaum Strom in den Invertierenden Eingang fließt.

$I_1 \approx \frac{U_{\text{Eingang}}}{R_1}$ und $I_2 \approx \frac{-U_{\text{Ausgang}}}{R_2}$ wegen virtueller Masse am invertierenden Eingang.

Daraus folgt: $U_{\text{Ausgang}} \approx -\frac{R_2}{R_1} U_{\text{Eingang}}$.

Wozu ist R3 da?

Ich habe zuerst gemeint, der Widerstand R3 ist überflüssig, Prof. Riedle hat aber erklärt, dass der gut ist, weil in die Eingänge vom Operationsverstärker fließt in echt doch ein bisschen Strom rein, und der Spannungsabfall an R3 kompensiert den entsprechenden Spannungsabfall am Widerstand vor dem invertierenden Eingang...

Was für einen Grund hat man, mehrere Operationsverstärker hintereinander zu schalten?

Ist darauf rausgelaufen, dass das mit der Phasenverschiebung besser ist.

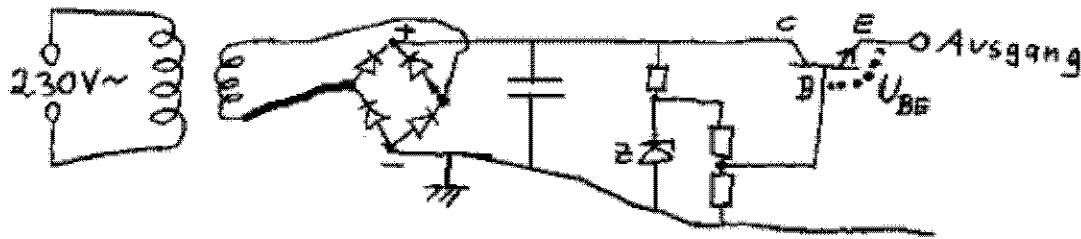
Wie ist der nicht-invertierende Verstärker?

Nichtinvertierender Verstärker nur erklärt, aber nicht gezeichnet oder gerechnet.

Was macht man, wenn man eine besonders starke Verstärkung will und nur Bipolartransistoren hat?

Ich hatte zuerst Darlington vorgeschlagen, aber Prof. Riedle wollte auf Differenzverstärker raus, wie in den Operationsverstärkern, die aus Differenzverstärker, asymmetrischer Verstärkung und Gegentaktendstufe bestehen.

Wie kriegt man aus 230 V Netzspannung z.B. 12 V Gleichspannung?



Erst Transformator, dann Brückengleichrichter, dann Kondensator, jetzt erhält man an einer Zener-Diode konstanten Spannungsabfall von dem man über einen Spannungsteiler einen gewissen Anteil an die Basis von einem Transistor legt. Somit liegt an der Basis eine konstante Spannung, und weil die Basis-Emitter-Spannung mit ca. 0,7 V ungefähr konstant ist, erhält man am Ausgang eine konstante Spannung, die sich um 0,7 V von der an die Basis angelegten Spannung unterscheidet und somit konstant ist.

Wie groß ist die Rest-Welligkeit der Spannung?

Ich habe geschätzt im Promille-Bereich.

Wie kann man es noch besser machen?

Ich hatte vorgeschlagen noch mal Spannungsabfall an einer Zenerdiode zu nutzen, oder das Netzgerät möglichst groß zu bauen und den Strom am Ausgang noch mal durch einen Kondensator zu glätten, der bei geringem Stromverbrauch sich innerhalb von einer Halb-Periode der Netzspannung kaum entlädt.

Prof. Riedle wollte aber darauf raus, dass man das Netzbrummen rausfiltert (was natürlich nur geht, wenn man die Frequenz der Wechselspannung kennt, und also im Europa mit 50 Hz anders eingestellt werden muss als in Amerika mit 60 Hz).

Das waren also die Fragen, soweit ich mich noch erinnern kann.

Ich meine, dass beide Professoren als Prüfer empfehlenswert sind.

Viele Grüße