
4.12: Design optischer Systeme

Alexander Schilling
Matrikel-Nr.: 2539498
schilling_alexander@yahoo.de

Matthias Göbel
Matrikel-Nr.: 2634403
goebel.matthias.da@t-online.de

Betreuer: Martin Sturm
Versuch durchgeführt am: 23. Mai 2016
Abgabedatum: 11. Juni 2016



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

Physikalisches Praktikum
für Fortgeschrittene

Abteilung A

Hiermit versichern wir, das vorliegende Protokoll für das Physikalische Praktikum für Fortgeschrittene ohne Hilfe Dritter nur mit den angegebenen Quellen und Hilfsmitteln angefertigt zu haben. Alle Stellen, die aus Quellen entnommen wurden, sind als solche kenntlich gemacht. Diese Arbeit hat in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner Prüfungsbehörde vorgelegen.

Darmstadt, den 11. Juni 2016,

Alexander Schilling

Matthias Göbel

Inhaltsverzeichnis

0.1	Chip	2
0.2	Platine	2
0.3	Vorbereitung der Platte	2
0.4	Einleitung	3
1	Grundlagen	3
1.1	Wärmeresistenz	3
1.2	Stopper	3
1.3	Änderung des Aufbaus	3
1.4	Hitzproblem	3
1.5	Kurze Pulse	4

1 Einleitung

1.1 Einleitung

Ziel der Miniforschung ist die Konstruktion eines Shutter aus einer I-Pod-Festplatte, sowie eines zugehörigen Treibers auf Basis der Paper. Zusätzlich soll der Shutter hinsichtlich Schließzeit und Unsicherheit der Schließverzögerung optimiert werden. Es wurde ein an die Quellen angelehntes Konzept für den Treiber erarbeitet und dieser in Zusammenspiel mit den Festplattenshuttern getestet.

2 Grundlagen

3 Grundlagen

Zweck eines Shutters ist es einen Laserstrahl zu unterbrechen. Dafür gibt es mehrere Möglichkeiten. Ein Akustooptische Modulatoren (AOM) ...

4 Mechanik

4.1 Vorbereitung der Platte

Die Vorbereitung der Platten ist einfach. Zunächst wird das Gehäuse entfernt. Da es bei i-Pod-Festplatten mit Spezialschrauben befestigt ist, welche nachher nicht mehr gebraucht werden, ist es am einfachsten diese aufzubohren. Unter dem Gehäuse befindet sich zunächst die Platine, welche nicht benötigt wird und durch einfaches abziehen entfernt werden kann. Die eigentliche Platte kann durch aufbohren der Schraube in der Mitte der Halterung entfernt werden. Danach kann man beginnen die Festplatte zurecht zu sägen. Die Abmessungen befinden sich im Anhang. Es empfiehlt sich beim Sägen und dem anschließenden Feilen der Kanten den Magneten abzumachen, um eine Verschmutzung durch (magnetische) Sägespäne zu vermeiden. Dieser ist aufgesteckt und hält sich durch magnetische Kräfte am Gehäuse fest. Anschließend die Befestigung der Flagge. Diese sollte nach den Maßen in Abb. aus dünnem Blech hergestellt und in den Arm der Festplatte eingesteckt werden. Dort kann sie mit Klebstoff, hier wurde Epoxydharz verwendet, befestigt werden. Um den Festplattenarm am Ende des Laufweges abzubremesen wurden kleine Quader aus SSorbothane kurz vor dem Anschlagspunkt in der Laufweg geklebt. Es ist dabei darauf zu achten, dass keine anderen Komponenten der Festplatte mit geklebt werden und keine Klebstoffrückstände im Laufweg der Arme zurückbleiben, an denen der Arm schleifen könnte. Jetzt muss nur noch die elektrische Komponente gefertigt werden. Es gilt die beiden Kontakte zu finden, an denen der Motor angeschlossen ist. Dazu sollten die Anschlüsse auf der Rückseite der Festplatte lokalisiert und paarweise mit dem Multimeter hinsichtlich ihres Widerstands vermessen werden. An Paaren, die einen Widerstand von ca. 10 Ohm aufweisen, sollten eine Gleichspannung von wenigen Volt angelegt werden, um zu testen, ob sie dem Motor antreiben. Üblicherweise ist es eines der äußeren Paare. Sind die Kontakte identifiziert, können daran Kabel gelötet werden.

5 Elektronik

5.1 Chip

Kernstück des Treibers ist eine Full-H-Bridge. Ich habe dafür nicht den im Paper TODO TODO empfohlenen LMD18200T von Texas Instruments, sondern den Infineon IXX9201SG verwendet, da dieser hinsichtlich der benötigten Spezifikationen sehr ähnlich zur Empfehlung ist, aber nur ca. ein Fünftel dessen kostet. Die Spezifikationen des Chips sind im Datenblatt zu finden. TODO TODO Die Spannungsversorgung des Chips geschieht über Pin 4. Pins 5 und 7 bilden den Ausgang des Chips. Die Pins 3, 8, 9 und 10 sind für die Serial-Verbindung des Chips vorgesehen. Da diese hier nicht benötigt wird, werden sie nicht angeschlossen. Pin 6 bildet die Erdung des Chips. Mit Pin 11 kann der Ausgang des Chips ausgeschaltet werden. Da dies nicht benötigt wird, wird auch dieser Pin geerdet. Die an Pin 2 anliegende Spannung gibt den Spannungsbereich des Hoch-Signals an und wurde mit einer an der Versorgungsspannung angeschlossenen 5V Spannungskonstante verbunden. Für die Schaltlogik sind lediglich Pin 1 und 12 verwendet worden. Dabei gibt Pin 12 an, ob der Motor der Ausgang angetrieben werden soll. Ist darauf ein Hoch-Signal gelegt, wird auf den Ausgang Spannung gegeben, liegt ein Niedrig-Signal, wird keine Spannung gegeben. Pin 1 entscheidet, in welche Richtung die Spannung gegeben werden soll.

5.2 Platine

Dieser Chip erfordert den Verbau auf einer Platine. Zum Design dieser Platine habe ich die frei verfügbare Software "Kicad" verwendet. TODOTODO Zunächst entstand ein Prototyp, nach dem in Abb TODOTODO ersichtlichen Schaltplan. Die Platine hat drei Anschlüsse. Mit J1 wird die Spannungsversorgung bezeichnet. Diese ist direkt mit Pin 4 des Chips verbunden, wobei noch der Kondensator C3 zu glätten verwendet wird. Für C3 wurde, entgegen der Beschreibung, statt eines 100nF- ein 1 μ F-Kondensator verbaut. Die Spannungsversorgung wird außerdem mit dem Spannungskonstanter verbunden, wobei die Kondensatoren C1 (100 μ F) und C2 (10 μ F) zum Glätten vor bzw. hinter dem Konstanter verbaut sind. In dieser Version der Treibers wird mit dem Spannungskonstanter neben Pin 2 auch noch Pin 12 versorgt. Der Eingang J2 ist mit Pin 1 verbunden und legt die Antriebsrichtung fest. Die Ausgänge des Chips sind über den Ausgang der Platine J3 und das RC-Glied miteinander verbunden. Das RC-Glied besteht aus einem Widerstand R3 mit 200 Ω und mehreren Kondensatoren C4-C8 in Parallel-Schaltung. Die Kondensatoren haben jeweils 47 μ F und somit insgesamt 235 μ F. Hierbei handelt es sich um Keramik Kondensatoren, da sie bidirektional verwendet werden. Da Pin 12 durch den Spannungskonstanter dauerhaft ein Hoch-Signal bekommt, liegt an den Ausgängen dauerhaft eine Spannung an. Das führt jedoch zu einem Problem. Da der Widerstand im RC-Glied dauerhaft unter Spannung steht, wird er sehr warm. Daraus resultierende Schwankungen des effektiven Ohm'schen Widerstands spiegelten sich in Schwankungen der Verzögerung wieder. Zudem dürfte auch der Widerstand der Spule im Motor der Festplatte durch die Erwärmung schwanken, was auch zu einer Unsicherheit der Verzögerung führt. Um das Problem zu umgehen habe ich ein zweites Design erstellt, bei der Ausgang durch einen zusätzlichen Signaleingang aktiviert wird. Dieses ist in TODOTODO zu sehen. Hier ist ein weiterer Anschluss hinzugekommen der jetzt den Naemen J3 bekommt und Pin 12 aktiviert. Zusätzlich wurden beiden Signal-Eingänge mit den nötigen Kontaktplatten versehen, um über einen Widerstand geerdet zu werden. Sollte es nötig sein, das Signal zu Terminieren, können diese Widerstände angebracht werden. Zur Zeit sind sie TODOTODO

6 Untersuchung

6.1 Wärmeresistenz

Um zu Testen, wie gut die mit Epoxyd-Hartz befestigte Flagge durch die Absorption des Laser-Licht auftretende Erwärmung aushält, habe ich die Flagge mit einer Kerze angerast, um die Absorbtivität zu erhöhen und anschließend der Shutter in den blauen Laser eingebracht. Dort wurde er zehn Minuten mit ca. 130 mW beleuchtet. Danach habe ich mit dem Finger geprüft, ob die eine Hitzeentwicklung spürbar ist. Der Arm und die Flagge waren lediglich lauwarm,

6.2 Stopper

Zunächst habe ich eine Festplatte ohne Stopper präpariert und mit dem ersten Treiber-Prototypen vermessen. Bei ich lies die Festplatten bei 12V und 1Hz laufen und betrachte das Signal. Man konnte deutlich sehen, dass es zu starken Überschwüngen kam. Um diese zu verhindern, probierte ich verschiedene Stopper aus. Zunächst versuchte ich es mit Kunststoff-Schrauben. Ich bohrte zwei 2mm-Löcher in die Rückwand der Platte, sodass hindurhc gesteckte M2-Schrauben den Arm jeweils kurz vor dem Ende des Laufwegs stoppten. Dies konnte Überschwünger nur verhindern, wenn die SChrauben nicht alzu fest saßen. Daruas konnte man schließen, das die Endpositionen des Arms schwanken könnten, was zu einer hohen Unsicherheit der Verzögerungen führen dürfte. Daher fertigte ich noch drei weiteren Prototypen mit anderen Stoppern an. Davon wurden zwei Platten mit jeweils einem Stopper aus Strobopthan an jeweils unterschiedlichen Enden des Laufwegs und eine Platte mit Strobopthan an beiden Enden des Wegs ausgestattet. Es zeigte sich, dass Überschwünger am besten durch zwei Stopper zu verhindern waren.

6.3 Änderung des Aufbaus

Um zusehen, wie schnell die Shutter einen Strahl unterbrechen können, wurde eine Abbildungsoptik eingebaut. Zunächst wurde ein Größer Faserausgang verwendet, um nachfolgende Linsen besser auszuleuchten, dann wurden ein asphärische Linse mit 1mm Brennweite auf einem Z-Verschieber eingebracht. Die Shutterflagge sollte im Fokus dieser Linse liegen. Hinter den Shutter wurde eine weitere Linse mit 18mm-Brennweite eingebracht, um den Laser auf die Photodiode abzubilden. Dabei ließ sich die Schließzeit durch genaues Einstellen der Linse und somit des Fokus auf 5reduzieren.

6.4 Hitzproblem

Durch die starke Verkürzung der Schließzeit fiel die Schwankung des Schließverzögerung sehr stark auf. Um das genauer zu untersuchen habe ich den Shutter mit einer Frequenz von 2Hz bei 15V für etwa 10min und dann nochmal 10min auf 7V laufen lassen. Dabei fiel auf, dass die Schließzeit eine Zeit lang stieg und dann in einem Bereich um einen Wert hängen blieb. Wurde danach die Spannung gesenkt, erhöhte sich die Schließzeit auf einen deutlich höheren Wert und fiel dann langsam ab, bis sie in einem Bereich um einen niedrigeren Wert hängen blieb. Eine Wiederholung mit einer Frequenz von 0,1Hz führte zu einem deutlich größeren Schwankungsbereich. Daraus und aus der Beobachtung, dass der im RC-Glied verbaute Widerstand sehr heiß wird, ließ die Folgerung zu, dass die Erwärmung des Widerstand zu einer Schwankung des ohm'schen Widerstand und daher zu einer Änderung der Schließverzögerung führt. Da sowohl Erwärmung und als auch Abkühlung mit einwirkt, sind bei höheren Frequenzen kleinere Schwankungen messbar. Um dieses Problem zu umgehen, habe ich ein zweites Treiberdesign entworfen, welches durch mögliche Abschaltung der Ausgänge zu weniger Wärmeentwicklung führen soll.

6.5 Kurze Pulse

Für die Verwendung des Shutters zur Erzeugung kurzer Puls ziegte sich ein Problem. Bei Pulslängen unter 200ms stieg die Schwankungen der Pulslänge stark an. Das liegt daran, dass der Shutter bei einer Bewegung gegen der Stopper schlägt und zurück springt. Der Arm stösst einige Mal an, bis er endgültig in Ruhe bleibt. Wird die Bewegungsrichtung geändert bevor der Arm steht, ist die Schließzeit davon abhängig, in welcher Position und welcher Bewegung der Arm zu dem Zeitpunkt ist. Daraus resultiert diese Unsicherheit. Um das zu umgehen, wurde zunächst ein anderes Shutterdesign probiert. Dabei wurde der Bewegungsbereich durch Positionierung der Stopper auf einen sehr kleinen Bereich eingeschränkt. Um entsprechend sichere Ergebnisse zu bekommen, habe ich drei Shutter so präpariert und mit verschiedenen langen Flaggen ausgestattet. Das Resultat der Tests bei unterschiedlichen Spannungen und Positionierungen des Lasers auf der Flagge ist das Auftreten nicht umgehbarer Überschwinger. Darauf hin wurde dieses Design wieder verworfen und eine "2-Shutter-Lösung" getestet. Dazu wurden zwei Shutter hintereinander in den Strahlengang gebracht. Dabei wurden die Shutter mit A und B bezeichnet. Beide Shutter sind dabei so angebracht, dass die Halterungsstange nach oben gerichtet ist. Shutter B ist so positioniert, dass die Flagge bei liegendem Arm im Strahlengang ist. Der Strahl ist dabei auf die obere Kante der Flagge gerichtet. Shutter A ist so angebracht, dass die Flagge bei stehendem Arm im Strahlengang liegt. Dabei ist der Strahl auf die untere Kante der Flagge gebracht. Die Positionierung des Strahls auf der Flagge hat den einfachen Hintergrund, dass zum Einem der Arm zurück schwingt und daher eine Position an der dem Anschlagspunkt abgewandten Seite eine Öffnung des Strahl verhindert oder minimiert und zum Anderen dadurch der Arm die komplette Länge der Flagge durchläuft, bis der Strahl freigegeben wird und somit Geschwindigkeit aufbauen kann, wodurch die Schließzeit gesenkt wird. Zudem Sollten beide Flaggen im Strahl sehr nah aneinander sein, da so durch Fokussierung des Strahls zwischen den Shuttern eine Verkürzung der Öffnungs- und Schließzeiten entsteht. Die genaue Positionierung muss immer mit einer Beobachtung des Pulses einhergehen, da Überschwinger durchfeinjustierung verhindert wird. Genauer es dazu ist in Der Betrieb der Shutter wurde mittels PC und Pulsblaster gesteuert. Das verwendete Skript ist in Zunächst wurde der Enable getriggert, um die Shutter in Betrieb zu nehmen. Dann wurde Shutter A geschlossen. Da es dabei Überschwinger gibt, wird eine Zeit lang abgewartet, bis der Shutter den Strahl sicher schließt. Dabei geht es nicht darum, dass der Arm steht, da danach noch genug Zeit dafür gelassen wird. Es sollte lediglich der Strahl sicher geschlossen sein. Danach wurde Shutter B geöffnet. Hier muss länger gewartet werden, um sicherzustellen, dass der Arm in Ruhe ist. Nun können Pulse erzeugt werden. Durch Öffnung von Shutter A wird der Strahl freigegeben und durch Schließung von Shutter B wieder unterbrochen. Danach kann nach einer kurzen Nachlaufzeit da Enable-Signal abgeschaltet werden.