

Technischer Bericht über Studienarbeit

Thema: Erstellen und testen einer Schaltung des Grundversuchs zur Erfassung der Flimmerverschwimmfrequenz, kurz FVF.

Betreuender Prof.: Edmund Schießle, Prof. Dipl.-Ing. Dipl.-Phys.
Bearbeiter: Jürgen Koch, Student, Mat.-Nr. 30011



Inhalt

1. Einführung	1
1.1 Was ist eine Flimmerverschwingfrequenz?	1
1.2 Wozu wird diese Frequenz benötigt?	1
1.3 Wo wird diese Erkenntnis benutzt?	1
1.4 Was wird mit der Erfassung dieser Frequenz versucht zu erreichen?	1
2. Aufgabenstellung	2
3. Theorie	3
3.1 Operationsverstärker	3
3.2 Potentiometer	3
3.3 LED	3
3.4 Schalter	3
3.5 Löten	3
3.6 Sicherheit	4
4. Vorgehensweise bei Nachbauen der Schaltung	5
4.1 Vorgehensweise beim Zusammenbau	5
4.2 Hinweise für den Zusammenbau	6
5. Funktionsweise	7
5.1 Der Dreieck-Rechteck-Generator	7
5.2 Die Einstellung der Frequenz	7
6. Versuche	8
6.1 Versuchsablauf	8
6.2 Hr. Schießle	8
6.2.1 Nüchtern	8
6.2.2 Nach einem Bier	8
6.3 Florian Schmidt 29707	9
6.3.1 Nüchtern	9
6.3.2 Nach einem Bier	9
6.4 Thomas Maier 29687	10
6.4.1 Nüchtern	10
6.4.2 Nach einem Bier	10
6.5 Florian Jaumann 29688	11
6.5.1 Nüchtern	11
6.5.2 Nach einem Bier	11
7. Gebrauchsanweisung	12

8.	Quellen	14
9.	Anhang.....	15

1. Einführung

Das kleine Was ist Was

1.1 Was ist eine Flimmerverschwimmfrequenz?

Eine Flimmerverschwimmfrequenz ist die Frequenz mit der sich die Augenlider des menschlichen Auges öffnen und schließen. Diese ist abhängig vom aktuellen Zustand des Auges und dessen Beanspruchung. Mit zunehmender Beanspruchung und „Belastung“ der Augen ändert sich die Frequenz der Lider.

1.2 Wozu wird diese Frequenz benötigt?

Die Flimmerverschwimmfrequenz ist, wie in 1.1 beschrieben, die Augenlidfrequenz des menschlichen Auges. Bei dieser verschwimmen ab Überschreitung dieser Frequenz, oder bei genau dieser Frequenz, die aufgenommenen blinkenden oder blitzenden Impulse zu einem stetigen „leuchtenden“ Bild.

Zum Beispiel würde ein Blinklicht eines Autos mit dieser Frequenz blinken, würde das Auge dem Gehirn vermitteln, das Blinklicht würde konstant mit Strom versorgt und wäre „geschaltet“.

Über diese Frequenz lassen sich somit Rückschlüsse auf den Zustand der Augen und die Müdigkeit der betreffenden Person schließen. Auch andere Dinge lassen sich über diese Frequenz ermitteln.

1.3 Wo wird diese Erkenntnis benutzt?

Die Erkenntnis über diese Frequenz wird aktuell (Bericht Galileo, Stand 2010) von der Automobilindustrie, insbesondere bei den Lastkraftwagen, bearbeitet, um Sensoren zu entwickeln, welche die Fahrtüchtigkeit des Fahrzeuglenkers erfassen und auswerten sollen. Dies ist auf den hohen Wert von Übermüdung als Unfallursache und den daraus resultierenden schweren, meist tödlichen Verkehrsunfällen zurückzuführen.

Auch die Ermüdungserscheinungen von Büroarbeiten vor Computern und übermäßiger Computerspielekonsum können erfasst werden, um bleibende Schäden an den Augen zu vermeiden.

1.4 Was wird mit der Erfassung dieser Frequenz versucht zu erreichen?

Es wird versucht, über die Messung dieser Flimmerverschwimmfrequenz, den Schaden auf die Umwelt und die auf die eigene Gesundheit zu minimieren.

Wie schon bekannt ist, haben Menschen 5 relativ gut ausgeprägte Sinne, Sehen, Hören, Riechen, Schmecken und Tasten.

Aber auch ist bekannt, dass Überbeanspruchung dieser Sinne zur Abstumpfung oder gar zum Ausfall des entsprechenden Sinnes führen. Da unsere moderne Gesellschaft aber vor allem auf den Sinn Sehen setzt, ist es unabdingbar diesen zu erhalten, den ein Verlust dieses Sinnes ist, nach heutigem Stand der Wissenschaft, irreparabel.

2. Aufgabenstellung

Es sollte die Schaltung wie in dem Auszug aus dem Wissenschaftsmagazin nachgebaut, getestet und falls nicht funktional, der Fehler gefunden werden.

Die Bauteile mussten wie im abgebildeten Schaltplan und im Text beschrieben geordnet und montiert werden. Ferner ist auf den korrekten Zusammenbau und die Sicherheit des Benutzers zu achten.

Es soll aber nicht, wie in dem Artikel beschrieben, eine Platine speziell für diese Schaltung geätzt werden. Es soll aus Kostengründen eine „Universal“-Platine benutzt werden.

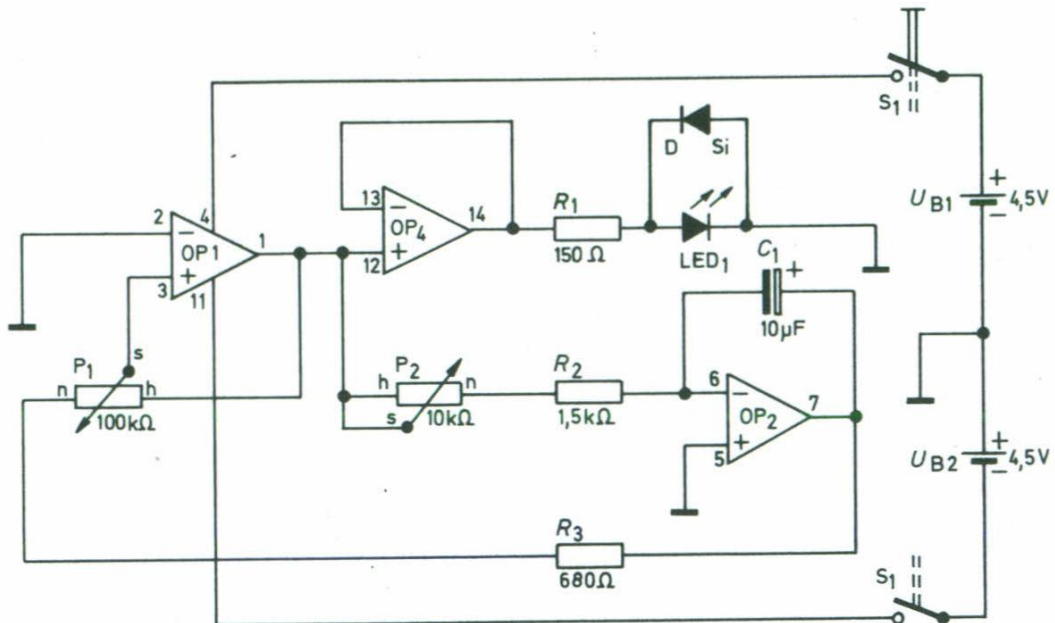


Abb. 11.1 Schaltbild des FVF

Auszug aus dem Artikel mit dem Schaltplan

3. Theorie

3.1. Operationsverstärker

Ein Operationsverstärker dient dazu ein elektrisches Signal zu verstärken. Dies ist vor allem in Messeinrichtungen der Fall, wenn kleine und kleinste Größen gemessen werden sollen. Solche Größen sind Druck, Kraft, Geschwindigkeit, Beschleunigung und sonstige erfassbare Wertänderungen.

Vorteil: Es können kleinste Signale erfasst werden.

Nachteil: Auch Messstörungen werden verstärkt.

Weitere Information im Anhang.

3.2. Potentiometer

Ein einstellbarer Widerstand mit 2 oder mehr sogenannten Ports. In der Regel aus 3 Ports bestehend, kann über ein Potentiometer zwischen einem sehr kleinen und dem Maximalwert des Potentiometers jeder Wert eingestellt werden. Wichtig dabei ist zu wissen, dass ein Potentiometer ein Steuer- und kein Regelungsbauteil ist.

Die hier verwendeten Potentiometer haben 10kOhm bzw. 100kOhm Widerstandswerte als Maxima.

Vorteil: Es können variable Widerstandswerte eingegeben werden. Gut bei Messbrücken.

Nachteil: Die Einstellbarkeit und Genauigkeit des Potis ist von Bauform und Bediener abhängig.

3.3. LED

Wie alle Dioden ist auch die LED, engl. für Light Emitting Diode, nur in eine Stromrichtung betreibbar. Sie kann sowohl als Anzeigeelement als auch als Teil einer Bauteilschaltung wie dem Optokoppler dienen.

Vorteil: Günstiges Bauteil, welches mit wenig Energie arbeiten kann.

Nachteil: Verträglichkeit von nicht konstanten Speisungen führen zur Zerstörung.

3.4. Schalter

Ein rastender Taster mit mechanischen Kontakten zum Schließen des elektrischen Stromkreises. Er dient in diesem Zusammenhang der Studienarbeit dazu den Strom zu Abgleichen des Operationsverstärkers und zum Einschalten des Generators freizugeben, sofern diese von einer externen Stromversorgung gespeist wird.

Vorteil: Leichte Bedienbarkeit

Nachteil: Verschleiß

3.5. Löten

Beim Löten auf der Platine ist darauf zu achten, die Bauteile nicht zu überhitzen. Auch müssen alle Bauteile an der richtigen Position, der richtigen Einbau- und Bestromrichtung angebracht werden.

Beim Lötvorgang selbst sollten geringe Mengen Lötzinn verarbeitet werden. Der LötKolben ist auf die Temperatur des jeweiligen Lotes einzustellen. Überschüssiges Lot ist zu entfernen, um nicht zu unerwünschten Nebenwirkungen zu führen, wie Kurzschlüssen.

Vorteil: Platzsparende, stoffschlüssige Verbindungsart

Nachteil: Genaue Einstellung der Werkzeuge und Erdung beim Löten von Nöten

3.6.Sicherheit

Um die Sicherheit der Personen um den Generator herum zu gewährleisten ist als erstes Schutzkleinspannung von +/- 4,5 Volt verwendet. Dies ist aus dem Grund eingesetzt um den Bediener auch dann noch zu schützen, wenn er den Versuchsaufbau nur auf einem Steckbrett oder einer Platine realisiert, ohne irgendwelche Abschränkungen um diese zu bauen. Somit könnte er die unter Spannung stehenden Teile berühren, und bei entsprechend hoher Spannung einen elektrischen Schlag bekommen. Die kleine Spannung von weniger als 12 Volt verhindert dies.

Zweitens wurde aus persönlichem Dafürhalten ein Gehäuse um die Versuchsplatine herum eingearbeitet. Dies soll sowohl das Berühren der stromführenden Bauteile, als auch das unerlaubte Stören des Versuchsbetriebs verhindern.

Drittens wurden alle „blanken“ Leitungen innerhalb des Versuchsaufbaus nochmals extra mit Isolierband gesichert um äußere Einflüsse zu minimieren.

4. Vorgehensweise bei Nachbauen der Schaltung

4.1.Vorgehensweise beim Zusammenbau

Als erstes ist die Universalplatine der Form des gewählten Gehäuses anzupassen. Um dies zu tun, ist die Platine an mindestens 2 Seiten mittels einer geeigneten Säge oder eines Fräasers zu kürzen. Desweiteren sind die Stellen, an denen die Schrauben angebracht werden sollen und Kontakt mit der Platine haben werden, entweder aufzubohren oder so abzukanten, dass nur noch die Außenseite Kontakt mit den Schrauben hat.

Als nächstes müssen in unmittelbarer Nähe die Leiterbahnen mit Kontakt auf Gehäuse und/oder Schraube durchtrennt werden. Hierzu eignet sich eine Anreißnadel. Auch an der Stelle an welcher der Operationsverstärker später angebracht werden soll, müssen zwischen den Lötstützpunkten oben und unten die Verbindungen durchtrennt werden. Dies hat erstens den Zweck Kurzschlüsse zu verhindern und zweitens den Zweck den Bediener vor möglichen Schäden durch Strom zu bewahren, welche bei Schutzkleinspannung zwar sehr Unwahrscheinlich ist, aber dennoch notwendig ist.

Als Drittes müssen die Lötstützpunkte des Operationsverstärkers aufgelötet werden. Hierbei sollte der Operationsverstärker nach Möglichkeit entfernt werden. Nach dem Lötvorgang kann der Operationsverstärker wieder eingesetzt werden.

Als Viertes sollten alle vom Operationsverstärker ausgehenden Bauteile angelötet werden. Am besten das eine Ende direkt unter bzw. über dem Operationsverstärkerstützpunkt anlöten. Dann das andere Ende entweder direkt auf den Zielanschluss des Operationsverstärkers oder falls dies nicht möglich ist auf einen Pin einer freien Leiterbahn legen und anlöten. Die Potentiometer sind möglichst mittig der Platine zu positionieren und nicht direkt an den Anschlüssen zum Operationsverstärker.

Als Fünftes sind alle noch nicht verbundene Bauteile mittels Brücken aus 0,5 mm² eindrahtigen Adern zu verbinden. Die Versorgung wird über die Buchsen mit Hilfe derselben Adern zunächst mit den Adern zu verbinden, welche später auf die Schalter führen und dann müssen die Schalter mit den jeweiligen Leiterbahnen auf der Platine verbunden werden, ebenfalls mit den 0,5mm² Adern. Sobald diese Verbindungen in entsprechender Länge vorhanden sind, werden sie mittels Lot fixiert.

Ist die Platine nun soweit verlötet, müssen als Sechstes die Aussparungen und Löcher für die entsprechenden Bauteile in das Gehäuse gefertigt werden. Für die Aussparungen der Taster, sowie die Löcher der LED und die Durchgangslöcher zu den Potentiometern, werden ein Bohrer mit 5,5mm Durchmesser, eine Säulenbohrmaschine, ein Unterlegholz (um das Ausreisen und das Splittern zu verhindern), eine Anreißnadel, ein Messschieber, eine Bügelsäge mit feinem Blatt und eine dünne, feine Vierkantfeile benötigt. Die Durchgangslöcher für die Buchsen müssen mit Hilfe einer Fräsmaschine gefertigt werden, da die Durchmesser zum Bohren schlicht zu groß sind. Zum Siebten werden die letzten Bauteile in das Gehäuse eingebaut und die noch losen Adern mit der Platine verbunden und verlötet. Die LED wird nun ebenfalls in ihr Loch im Gehäuse gedrückt und von hinten mit Isolierband fixiert. Im Anschluss wird auch die LED mit den Adern verbunden und verlötet.

Als Letztes wird die Platine mit Schrauben im Gehäuse befestigt und die Schrauben festgezogen. Danach werden die Schalter in ihre Position gedrückt und die beiden Gehäuseteile zusammengeführt. Sind beide Teile zusammen wird das Gehäuse mit 4 Schrauben fest verschraubt.

4.2.Hinweise für den Zusammenbau

Alle blanken Verbindungen außerhalb der Platine sind mit Isolierband oder ähnlichem zu versehen um eine Berührung zu verhindern.

Beim Durchtrennen der Leiterbahnen ist darauf zu achten, dass die Trennung vollständig vollzogen ist. Am besten ist dies ersichtlich, wenn die Tiefe der Trennung in etwa der der vorgefertigten Grenzen zwischen den Bahnen entspricht und in der Trennung keine Rückstände der Leiterbahn mehr zu sehen sind.

Die Länge der Adern die von Bauteilen am Gehäuse kommen, muss länger sein als für eine direkte Verbindung notwendig, um ein öffnen des Gehäuses ohne Zerstörung bzw. Reißen der Adern zu gewährleisten.

Eine Anreißnadel ist nicht unbedingt nötig, aber sie eignet sich in Verbindung mit etwas Geschick am einfachsten zu Durchtrennen.

Eine speziell für den Aufbau geätzte Leiterplatine ist auch möglich, vergleiche im Anhang den Artikel, aber auch teurer in der Beschaffung, vor allem bei einer Einzelserie.

5. Funktionsweise

5.1. Der Dreieck-Rechteck-Generator

Der Operationsverstärker 1 dient, in seiner Grundfunktion, als einstellbarer Komparator. Über die 2 Spannungen von + bzw. – 4,5 Volt wird der Operationsverstärker abgeglichen und gilt als Abgleich für alle Anderen. Dies muss so sein, da alle 3 Operationsverstärker in einem Bauteil enthalten sind. Der Operationsverstärker 2 dient in seiner Grundfunktion als Integrator. Mit diesen Beiden wird nun das Rechtecksignal erzeugt und auf den Operationsverstärker 4 gegeben. Hierbei handelt es sich um einen Impedanzwandler und gibt sein Ausgangssignal auf die beiden Dioden der Schaltung. Die Siliziumdiode dient hierbei dem Schutz der LED. Weiter Information sind dem Anhang entnehmbar.

5.2. Die Einstellung der Frequenz

Die Grobeinstellung der Frequenz wird über das Poti P1 realisiert, welches 100kOhm besitzt und linear ansteigt. Die Feinabstimmung wird über das ebenfalls lineare P2 verwirklicht, mit 10 kOhm. Bei der Einstellung der Frequenz im Versuch ist es sehr wichtig den Bereich der Grobeinstellung möglichst nahe der FVF zu wählen, um die Feineinstellung mit möglichst viel Spielraum bei der Einstellbarkeit zu versehen.

6. Versuche

6.1. Versuchsablauf

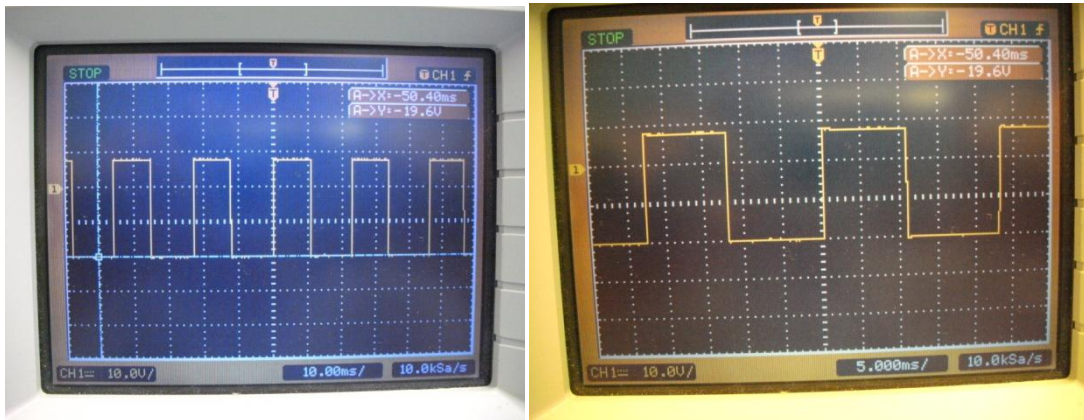
Um die Schaltung nun unter realistischen Bedingungen einmal zu testen, habe ich mich dazu entschlossen, die Auswirkungen von Alkohol auf die FVF zu testen. Zu diesem Zwecke wurde von jeder der Versuchspersonen die FVF zunächst im Normalzustand mit der FVF nach dem Genuss eines halben Maß Bier verglichen.

Um die Auswirkungen besser sehen zu können, wurde sie LED an ein Oszilloskop angeschlossen und die Frequenz bzw. der Amplituden- und der Wert des Öffnungsgrades abgelesen (im nachfolgenden mit Bildern belegt).

Das verwendete Bier war ein handelsübliches Pilsener mit 4,5%.

6.2. Hr. Schießle

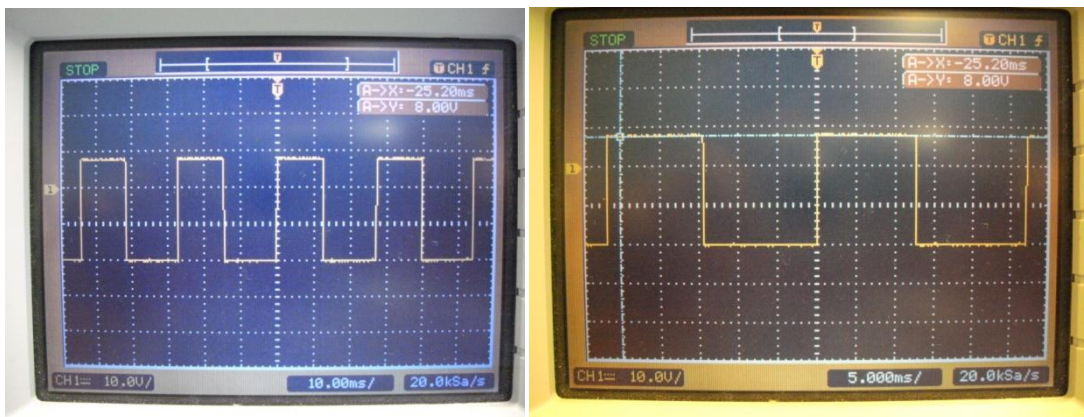
6.2.1. Nüchtern



Bilder des Oszilloskops

Hier der Normalzustand mit einer Periodendauer von 23ms, also mit einer Frequenz von etwa 43,5Hz.

6.2.2. Nach einem Bier



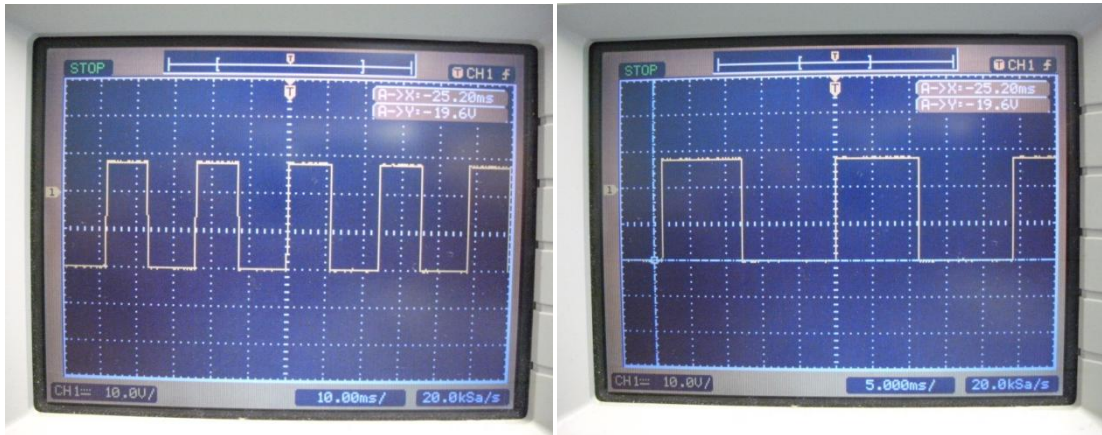
Bilder des Oszilloskops

Hier nun der Zustand nach dem Genuss eines Bieres. Die Periodendauer hat sich um ca. 4ms erhöht. Was dann einer Frequenz von 37Hz entspricht.

Bei der Herrn Schießle hat der Genuss eines Bieres also eine Differenz von 6,5Hz zur Folge.

6.3. Florian Schmidt 29707

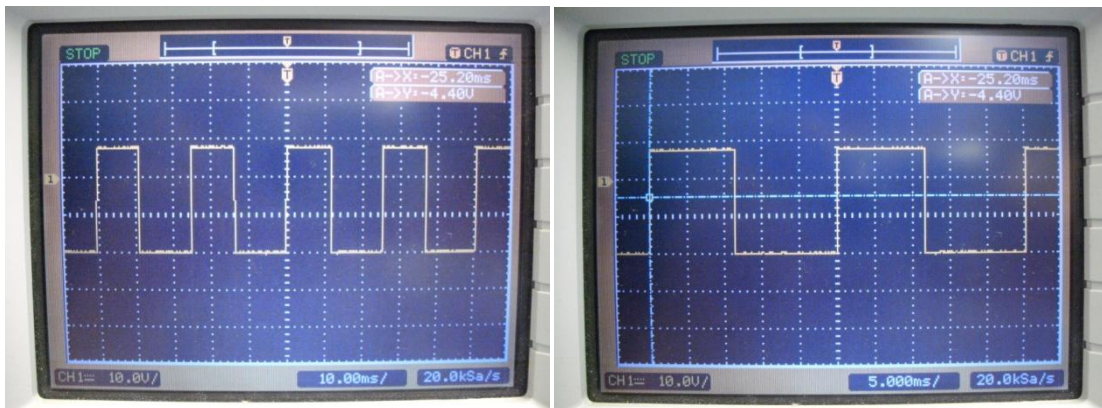
6.3.1. Nüchtern



Bilder des Oszilloskops

Hier der Normalzustand mit einer Periodendauer von 24ms, also mit einer Frequenz von etwa 41,7Hz.

6.3.2. Nach einem Bier



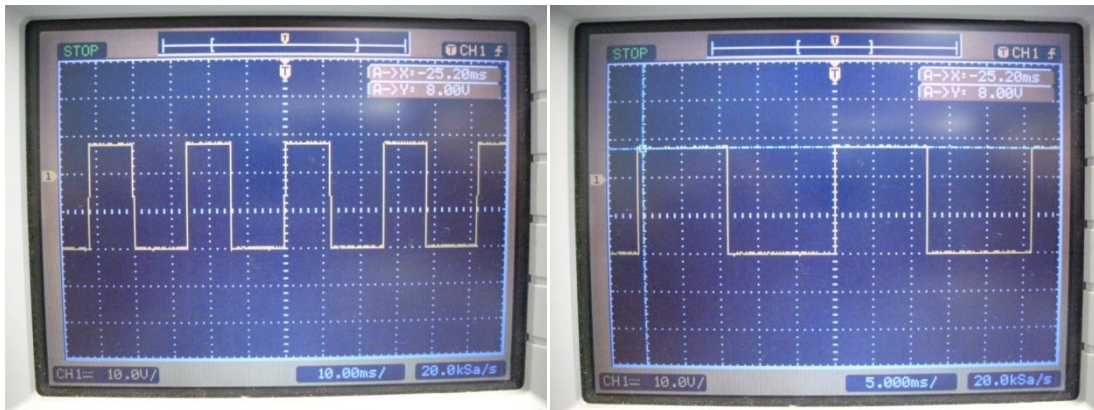
Bilder des Oszilloskops

Hier nun der zustand nach dem Genuss eines Bieres. Die Periodendauer hat sich um ca. 1ms erhöht. Was dann einer Frequenz von 40Hz entspricht.

Bei der von Florian Schmidt hat der Genuss eines Bieres also eine Differenz von 1,7Hz zur Folge.

6.4.Thomas Maier 29687

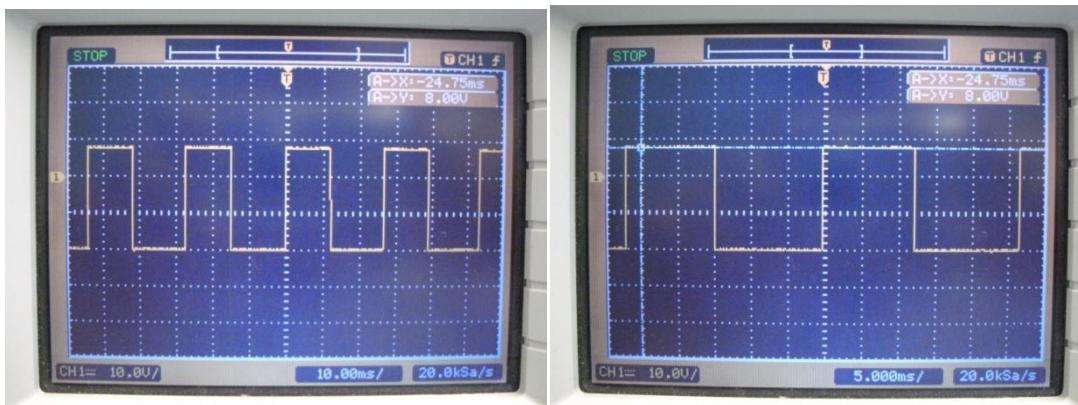
6.4.1. Nüchtern



Bilder des Oszilloskops

Hier der Normalzustand mit einer Periodendauer von 26ms, also mit einer Frequenz von etwa 38,5Hz.

6.4.2. Nach einem Bier



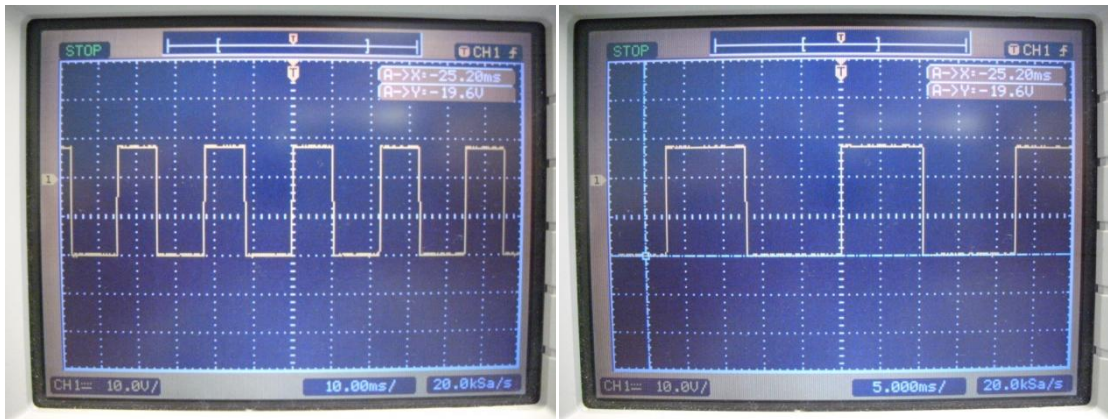
Bilder des Oszilloskops

Hier nun der zustand nach dem Genuss eines Bieres. Die Periodendauer hat sich um ca. 1ms erhöht. Was dann einer Frequenz von 37Hz entspricht.

Bei der von Thomas Maier hat der Genuss eines Bieres also eine Differenz von 1,5Hz zur Folge.

6.5. Florian Jaumann 29688

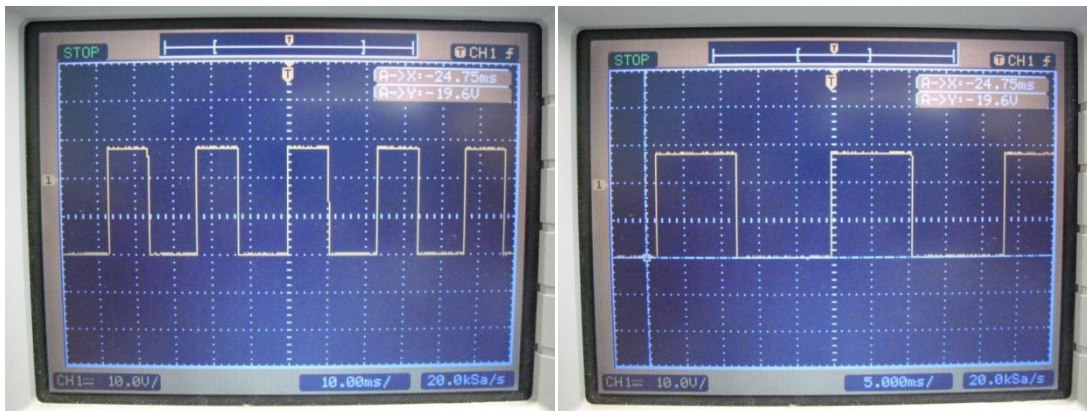
6.5.1. Nüchtern



Bilder des Oszilloskops

Hier der Normalzustand mit einer Periodendauer von 22,5ms, also mit einer Frequenz von etwa 44,5Hz.

6.5.2. Nach einem Bier



Bilder des Oszilloskops

Hier nun der zustand nach dem Genuss eines Bieres. Die Periodendauer hat sich um ca. 1ms erhöht. Was dann einer Frequenz von 42,6Hz entspricht.

Bei der von Florian Jaumann hat der Genuss eines Bieres also eine Differenz von 1,9Hz zur Folge.

7. Gebrauchsanweisung

An den fertigen Flimmerverschwimffrequenzgenerator müssen an den Buchsen jeweils die richtigen Spannungen angeschlossen werden: An Blau -4,5V, an Schwarz die Masse (0V) und an Rot +4,5V.

Anschließend werden die beiden Schalter gleichzeitig umgelegt, um den Generator einzuschalten.

Mittels eines isolierten Schraubendrehers für Schlitzschrauben, können die Potentiometer eingestellt werden. **Die Breite des Schraubendrehers darf nicht breiter als 4mm sein!** Das Potentiometer 1 ist im

linken oberen, das Potentiometer 2 im oberen rechten Loch zu erreichen. Diese Ansicht geht davon aus, dass die Buchsen unten sind und die Schalter in der rechten Gehäusewand.

Mit Potentiometer 1 wird die Grob-, mit Potentiometer 2 die Feineinstellung der Frequenz vorgenommen.

Ist dies erfolgt, kann mittels der LED die FVF ermittelt werden, indem über einstellen der Potentiometer die Frequenz geändert wird.

Zu betrachten ist die LED im 90° Winkel zur Gehäuseoberfläche.

Die Frequenz ist erreicht, wenn der Betreffende, der in die LED blickt, ein permanentes Leuchten der LED wahrnimmt.

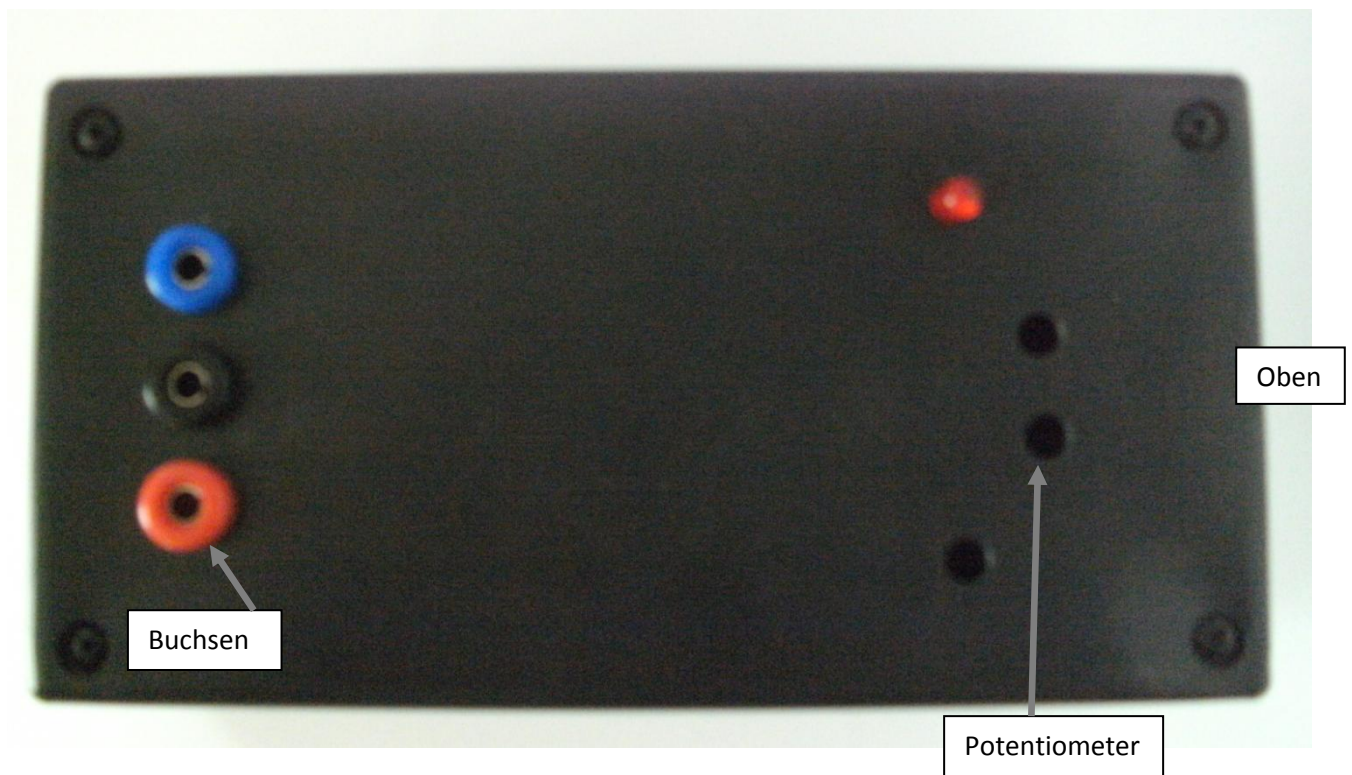


Bild des fertigen Generators von oben

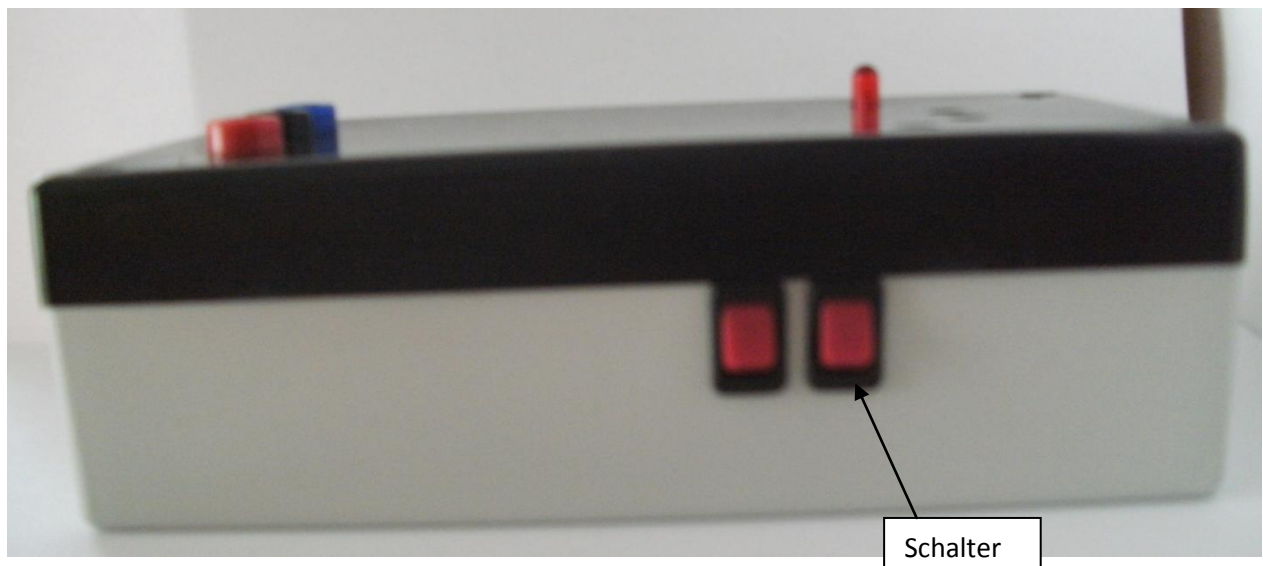


Bild des fertigen Generators von rechts

8. Quellen

Aufgabenstellung aus dem Artikel mit Versuchsanregungen.

Ein Blatt aus dem Skript Elektronik Vertiefung von Hrn. Wolf: Operationsverstärker.

2 Blätter aus dem Skript Elektronik Vertiefung von Hrn. Wolf: einfache
Operationsverstärkerschaltungen

Ein Blatt aus dem Skript Elektronik Grundlagen von Hrn. Wolf: Halbleiterdioden

Ein Blatt aus dem Skript Elektronik Vertiefung von Hrn. Wolf: Rechteck-Dreieck-Generator

Fotos von Jürgen Koch

Datenblätter des Operationsverstärkers

9. Anhang

Auszüge aus dem Magazin mit der Versuchsanleitung

Auszüge der Quellen (in genannter Reihenfolge)

Datenblätter des Operationsverstärkers