

Für eine gute Gebeweise

Pendel-Bug mit Schwingungsfreigabe

Dr.-Ing. Rudi Kalocsay, DL3FF

Es wird eine prellfreie Schlackertaste zu erst in der Form eines Pendelbugs mit Schwingungsfreigabe beschrieben.

Als ich im Jahr 2000 zum ersten Mal eine Schlackertaste (Bug) in die Hände bekam, war ich sofort durch den Klang der Morsezeichen begeistert. Nach einiger „Trockenübung“ wagte ich es aufs Band zu gehen; es hat nicht lange gedauert und die PIN-Dioden in meiner QSK-Endstufe waren in Folge des starken Prellens der Schlackertastenkontakte zerstört. Ich wollte mich damit nicht abfinden, dass ich beim Betrieb mit einem Bug auf QSK verzichten soll. Als erste Maßnahme habe ich eine Schaltung zur Unterdrückung des Prellens entwickelt und in [1] beschrieben. Dabei wurde für Versuche eine Schlackertaste aufgebaut, bei der – um möglichst wenig Platz auf dem Stationstisch zu beanspruchen – die Schwingungsmechanik eine „Etagé“ höher (auf dem Wabblers) angeordnet ist (**Bild 1**). Zu diesem Zeitpunkt hatte ich lediglich eine Bohrmaschine und Feile zur Verfügung; das Material

kam aus dem Baumarkt und aus der Bastelkiste – deshalb sieht die Schlackertaste etwas „abenteuerlich“ aus. Mit dieser Anordnung unternahm ich den Versuch mit einer Lichtschranke, der ergab, dass die erzeugten Punkte (und Striche) kein Prellen aufweisen. Dies war also der sicherste Weg, wie man mit einer Schlackertaste QSK-Betrieb ohne Gefahr für die QSK-Endstufe abwickeln kann!

Um noch mehr Platz auf dem Stationstisch gegenüber der Konstruktion vom **Bild 2** zu gewinnen, wurde für weitere Versuche die Ausführung der Schlackertaste in Form eines Pendels gewählt.

Pendel-Bug

Bei einem Pendel, das als Morsepunktegeber dienen soll, gibt es drei Arbeitsphasen:

1. Die Schwingungsfreigabe, alternativ ein Start durch einen Initialimpuls.
2. Die freie Schwingung auf der Resonanzfrequenz des Pendels.
3. Ein Stopp nach einer frei wählbaren Anzahl von Schwingungen. Pro Periode einer Schwingung werden ein Punkt und eine Punktpause generiert. Die geforderte Mindestanzahl der Punkte ist sechs.

In diesem Beitrag wird ein Pendel-Bug mit der Freigabe der Schwingungen nach **Bild 2** beschrieben. Der Pendel-Bug mit einem Initialimpuls nach **Bild 3** wird das Thema des Folgeartikels „Torsionsfeder-Pendel-Bug mit Initialimpuls“ sein.

Pendelfreigabe-Bug

Der Pendel-Bug mit Schwingungsfreigabe ist auf dem **Bild 4** und sein Prinzip auf dem **Bild 2** zu sehen. In der Ruhestellung drückt der Andrückhebel das Pendel gegen einen Dämpfer. Der Dämpfer lässt sich horizontal verschieben. Durch die Verschiebung des Dämpfers wird die Ruhetension der Blattfeder verändert.



Zur Person

Dr.-Ing. Rudi Kalocsay,
DL3FFJahrgang 1940, auf
den Bändern aktiv seit
1955, Deutscher

Empfangsmeister, HSC,

RTC, OM-OTC, ex DK50S, DJ0TA,

F0AVG/FC, OK3QQ, einer der CW OPs

der Mt. Athos DXpedition SV1DB/A,

über 11 000 QSOs unter DQ2006R und

DR2006G, mehrere Veröffentlichungen

Anschrift:

Bethelstr. 20

47800 Krefeld

dl3ff@darcd.de

Je weiter der Dämpfer von der senkrechten Achse – die durch die Mitte der Blattfedereinspannung verläuft – verschoben wird, desto mehr wird das Pendel ausgelenkt und die Blattfeder vorgespannt.

Der Andrückhebel ist die Verlängerung des Punkthebels eines klassischen Wabblers. Durch die Betätigung des Punkthebels am Wabblers wird mit dem Daumen der rechten Hand der Andrückhebel schlagartig nach links ausgelenkt. Die vorgespannte Blattfeder lässt das Pendel nach links folgen; anschließend schwingt das Pendel hin und her und unterbricht dabei den Lichtstrahl in der Lichtschranke, die dadurch saubere, prellfreie Morsepunkte produziert. Durch die Verschiebung der Lichtschranke nach links oder nach rechts lässt sich das ideale Verhältnis Punkt : Pause = 1:1 einstellen.

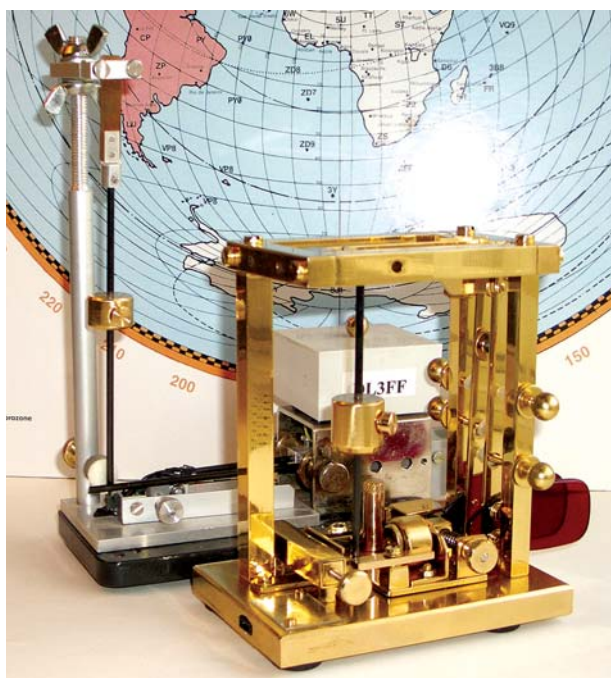
Nach dem Loslassen des Punkthebels drückt der Andrückhebel das Pendel gegen den Dämpfer und die Punktfolge wird unterbrochen.

Die Resonanzfrequenz des Pendels lässt sich durch Verschieben des Pendelgewichts nach oben (höhere Resonanzfrequenz) oder nach unten (niedrigere Resonanzfrequenz) verändern.

Durch reindrücken des Knopfs am Pendelgewicht wird das Pendelgewicht entriegelt und kann entlang der Pendelstange verschoben werden. Nach dem Loslassen des Knopfs drückt eine im Pendelgewicht integrierte Spiralfeder das Pendelgewicht gegen die Pendelstange, wodurch das Pendelgewicht an dieser Stelle arretiert wird.

Um die Pendelresonanzfrequenz zusätzlich zu niedrigeren Werten hin zu verschieben, kann von der Seite auf die Pendelstange ein Zusatzgewicht angebracht werden (**Bild 5**). Das Zusatzgewicht hat an der Seite einen Schlitz, durch den die Pendelstange durchgeschoben werden kann. So kann das Zusatzgewicht an be-

Im Hintergrund:
Pendel-Bug mit
Schwingungsfreigabe,
im Vordergrund:
Pendel-Bug mit Initialimpuls



liebiger Stelle der Pendelstange angebracht werden. Anschließend kann das Zusatzgewicht an beliebige Stelle der Pendelstange verschoben und arretiert werden.

Damit der Knopf aus dem Zusatzgewicht durch die eingebaute Spiralfeder nicht herausgedrückt werden kann, ist in dem Zusatzgewicht ein von außen nicht sichtbarer Anschlag integriert, der dies verhindert.

Die Morsegeschwindigkeit für Punkte wird bestimmt durch die Federkonstante (Dicke, Breite und Länge der Blattfeder), durch das Pendelgewicht und dessen Platzierung auf der Pendelstange. Damit man im Zuge der Bugentwicklung den Geschwindigkeitsbereich für mehrere Blattfederkonstanten schnell ermitteln kann, wurde:

- Die mechanische Konstruktion des Versuchsaufbaus entsprechend angepasst.
- Eine Methode zur Geschwindigkeitsbestimmung durch Messung der Punktperiode entwickelt.

Die Striche werden mit einem verlängerten Strichhebel des Wabblers direkt erzeugt, in dem der Lichtstrahl in der zweiten Lichtschranke unterbrochen oder durchgelassen wird.

Die Mechanik

Die mechanische Konstruktion des Pendels ist auf dem Bild 1 und Bild 5 gut zu erkennen. Auf der Grundplatte ist eine senkrechte Säule in Form einer runden Stange befestigt. Der obere Teil der Stange ist mit einem Gewinde versehen. Durch die Verstellung der zwei Flügelmutter, zwischen denen ein Querbalken gehalten wird, lässt sich die Höhe des Querbalkens verschieben. Am Ende des Querbalkens wird mit Hilfe einer Backe, die durch zwei Schrauben gegen das Ende des Querbalkens gedrückt wird, das Ende der Blattfeder fest geklemmt. So lässt sich für beliebig dicke Blattfedern ihre aktive Länge frei verändern. Da die Länge der Pendelstange unverändert bleibt, wird die neue Höhe des Querbalkens mit den zwei Flügelmutter der senkrechten Säule so eingestellt, dass das untere Ende der Pendelstange in dem Schlitz der Lichtschranke frei pendeln kann.

Wie wichtig die Wahl leichter Materialien für die Mechanik des Pendels ist, zeigt der folgende Versuch, bei dem für die Pendelstange im ersten Fall ein Kohlefaserstab und im zweiten Fall ein Messingstab verwendet wurde. In beiden Fällen wurde eine Blattfeder aus nicht rostendem Stahl 0,5 mm × 5 mm × 15 mm ver-

wendet. Der Pendelstangenhalter war aus hartem Aluminium 8 mm × 8 mm × 21 mm und wog 4,75 g. Das Pendelgewicht wog 20,88 g.

Mit einem Kohlefaserstab Durchmesser 3 mm, Länge 130 mm (davon entfallen 10 mm auf den Pendelstangenhalter), Gewicht 1,31 g, wurde ein Geschwindigkeitsbereich von 75 bis über 220 BpM (Buchstaben per Minute) erreicht. Das Verhältnis maximaler Geschwindigkeit zu minimaler Geschwindigkeit betrug etwa 3:1.

Wird der Kohlefaserstab durch ein Messingstab gleicher Abmessungen (Gewicht 7,51 g) ersetzt, erreicht man einen Geschwindigkeitsbereich von lediglich 65 bis 141 BpM. Das Verhältnis maximaler zu minimaler Geschwindigkeit schrumpft auf ca. 2,1:1.

Aus diesem Versuch ist ersichtlich, wie wichtig es ist, leichte Materialien für die Pendelmechanik auszuwählen.

Die Geschwindigkeit

In diesem Absatz wird die Bestimmung der Morsegeschwindigkeit in Buchstaben pro Minute (BpM) aus der Messung der Punktperiode beschrieben.

Da die Buchstaben des Morsealphabets verschieden lang sind, stand man am Anfang des Morsezeitalters vor dem Problem, wie die Morsegeschwindigkeit ermittelt werden soll. Es hat sich ein Verfahren etabliert, bei dem man das Wort „PARIS PARIS ...“ ständig sendete und die Anzahl der Buchstaben in einer Minute zählte. Dies wurde dann als Morsegeschwindigkeit in BpM definiert.

Diese Vorgehensweise wäre für unsere Zwecke ziemlich unpraktisch, da die Geschwindigkeitsbereiche bei verschiedenen dicken und verschiedenen langen Blattfedern mit verschiedenen langen Pendelstangen und mit verschiedenen schweren Pendelgewichten schneller zu ermitteln sein sollten. Dies lässt sich mit der oszillographischen Messung der Punktperiode leicht erreichen:

Zuerst wird das Wort „PARIS“ als Folge von Morsezeichen auf ein kariertes Blatt Papier aufgetragen, wobei eine Punktlänge = 1 Karo eine Punktpause = 1 Karo

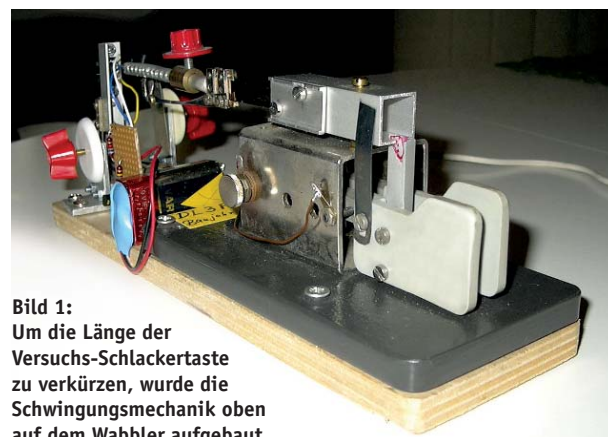


Bild 1:
Um die Länge der Versuchs-Schlackertaste zu verkürzen, wurde die Schwingungsmechanik oben auf dem Wabblers aufgebaut

eine Strichlänge = 3 Karos

eine Strichpause = 1 Karo

eine Pause zwischen den Buchstaben = 3 Karos

eine Pause zwischen den Worten = 5 Karos darstellt.

Wenn man das Wort „PARIS“ inklusive der Pause zum nächsten Wort auf das karierte Papier aufgetragen hat und die Anzahl der Karos ausgezählt hat, kommt man auf die Anzahl von 48 Karos. Würde man dies in einer Minute aussenden, hätte man die Geschwindigkeit von 5 BpM gehabt. Wenn man mit dieser Geschwindigkeit nur Punkte senden würde, würde man 24 Punkte und 24 Punktperioden registrieren, was 24 Punktperioden in einer Minute entsprechen würde. Eine Minute besteht aus 60 s, auf eine Punktperiode T würden anteilig $60 \text{ s} : 24 T = 2,5 \text{ s} / T$ entfallen. In Millisekunden gemessen wären das 2500 ms.

Von dieser Bezugsgeschwindigkeit ausgehend können alle Punktperioden für alle Morsegeschwindigkeiten in BpM durch eine Verhältnisrechnung errechnet werden, siehe **Tabelle**.

Die Funktion der Morsegeschwindigkeit ist in Bezug zur Verschiebung des Pendelgewichts auf der Pendelstange nicht linear!

Zur Schaltung

Die Schaltung zur Umsetzung der mechanischen Schwingung des Pendels und der Bewegung des Strichhebels in elektrische Signale zum Tasten des Senders ist im **Bild 6** dargestellt. In Ruhestellung ist der Lichtstrahl in beiden Lichtschranken IC1 und IC2 unterbrochen. Diese Variante wurde deshalb gewählt, weil bei der folgenden ODER-Schaltung zwei Dioden

Literatur

- [1] Dr.-Ing. Rudolf Kalocsay, DK50S: „Unterdrückung des Prellens bei Schlackertasten (Bugs)“, CQ DL 4/02, S. 278ff.

Tabelle

Tempo [BpM]	30	40	50	60	70	80	90	100
Punktperiode [ms]	416,7	312,5	250	208,3	178,6	156,3	138,9	125
Tempo [BpM]	110	120	130	140	150	160	170	180
Punktperiode [ms]	113,6	104,2	96,2	89,3	83,3	78,1	73,5	69,4
Tempo [BpM]	190	200	210	220	230	240	250	
Punktperiode [ms]	65,8	62,5	59,5	56,8	54,3	52,1	50,0	

Tabelle:
Punktperiode in Abhängigkeit von der Morsegeschwindigkeit in BpM

eingespart werden können. Der Transistor T1 erfüllt außer der ODER-Funktion noch eine weitere Aufgabe: Die Fototransistoren in den Lichtschranken liefern nicht genug Strom um einen Transistor zum Tasten des Senders direkt anzusteuern; deshalb dient der Transistor T1 gleichzeitig als Stromverstärker. Der Transistor T2 wird dadurch zuverlässig durchgesteuert.

Die Schaltung arbeitet im Spannungsbereich 9 bis 13,8 V und benötigt weniger als 25 mA.

Squeeze-Betrieb

Dadurch, dass die Striche zeitgleich zu den Punkten erzeugt werden können, ist ein echter „Squeeze“-Betrieb möglich: Bei Morsebuchstaben, die aus Punkten und Strichen bestehen, lässt man die Punkte weiter laufen, denn sie können mit den Strichen überdeckt werden. So können die aus Punkten und Strichen bestehenden Morsebuchstaben mit minimalen Fingerbewegungen erzeugt werden.

Betriebserfahrungen

Dass die erzeugten Tastsignale ganz prellfrei sind, wurde bereits erwähnt. Ein wei-



Bild 4: Pendel-Bug mit Schwingungsfreigabe. Die Verlängerung des Punkthebels drückt die Pendelstange mit dem Pendelgewicht gegen die Filzscheibe des Dämpfers

teres Merkmal ist, dass das Pendel lange schwingt. Bei der Vorführung des Pendel-Bugs während eines OV-Abends von R06 hat das Pendel noch nach ca. zwei Minuten Punkte produziert, denn auch die kleinste Energiezufuhr, z.B. wenn jemand das Trinkglas auf den Tisch stellt, genügt, um Energie zum weiteren Schwingen aufzunehmen.

Im Laufe der Entwicklung habe ich diverse Blattfedern von 0,2 mm × 5 mm bis 0,5 mm × 8 mm mit verschiedenen Längen und Pendelgewichten von 8,5 g bis



Bild 5: Mit einem Zusatzgewicht, das man seitlich auf die Pendelstange anbringt, kann bei Bedarf der Geschwindigkeitsbereich zum langsameren Tempo einfach und schnell verändert werden

zu 57,8 g ausprobiert. In allen Fällen ließ sich eine Blattfederlänge finden, bei der der gewünschte Geschwindigkeitsbereich erreicht wurde. Für die endgültige Wahl der Blattfeder war die angenehmste Bedienbarkeit der Schlackertaste entscheidend: gewählt wurde die Blattfeder 0,5 mm × 8 mm mit einer aktiven Länge von 25 mm zusammen mit einem Pendelgewicht von 25,1 g. Mit diesen Parametern wurde der Geschwindigkeitsbereich von 78 bis 200 BpM erreicht (mit dem 40,4 g Zusatzgewicht ab 47 BpM). Unter der aktiven Federlänge ist die Länge zu verstehen, die zwischen der Pendelstangenhalterung und der Aufhängung auf dem Querbalken zur Schwingung benutzt wird.

Es muss auf eine Besonderheit beim Geben hingewiesen werden: Je mehr die Blattfeder in Ruhestellung vorgespannt wird, desto größer wird das Überspringen des Pendels nach der Freigabe der Schwingungen. Da das Pendel frei schwingen muss, muss auch der Andrückhebel diesen Bereich rechtzeitig verlassen haben – auch bei hohem Tempo. Der Beweis, dass der Pendel-Bug im Vergleich zu den klassischen Schlackertasten genau so gut funktioniert, ist der dritte Platz für DL3FF im Schlackertastentabend der AGCW 2007 (den sich mehrere Stationen teilen).

Ausblick

Der hier beschriebene Pendel-Bug mit der Freigabe der Schwingungen (Bild 3) ist ein Versuchsaufbau (Abmessungen B × T × H = 78 mm × 196 mm × 200 mm, Gesamtgewicht 1,35 kg). Die Fortentwicklung des Pendel-Bugs führt zum Pendel-Bug mit Initialimpuls (Bild 4), bei dem die Abmessungen merklich reduziert werden können. Dies wird das Thema des Folgeartikels „Torsionsfeder-Pendel-Bug mit Initialimpuls“ sein.

Bild 2 (links): Pendel-Bug mit Freigabe der Schwingungen. Funktionsprinzip

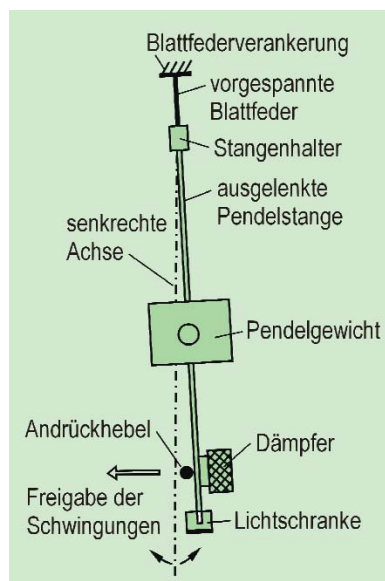


Bild 3 (rechts): Pendel-Bug mit Initialimpuls. Funktionsprinzip

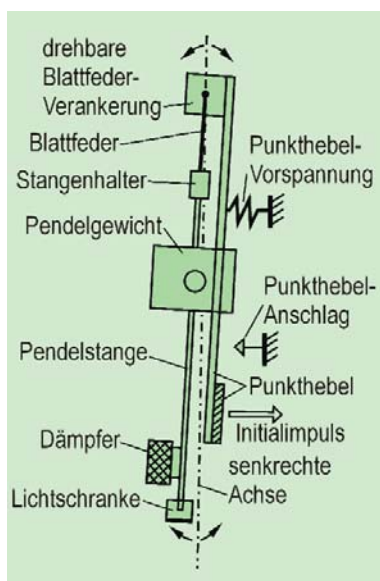


Bild 6: Schaltung zur Umsetzung der mechanischen Schwingungen in elektrische Signale mit Hilfe von Lichtschranken zum Tasten des Senders. In Ruhestellung ist der Lichtstrahl unterbrochen

