

lagerten Kniehebel G fallen. Dann fällt die Rolle R auf die obere Fläche des am Pendelstabe angeschraubten Ansaßstückes. Bewegt sich das Pendel weiter nach rechts, so gleitet die Rolle R auf der schrägen Hebefläche am Ende des Ansaßstückes hinab und gibt dabei dem Pendel einen Antrieb.

Hat die Rolle R die schräge Hebefläche verlassen, so fällt der rechtwinklig nach unten gebogene Teil des Hebels G gegen die am oberen Ende des Hebels A befestigte Anschlagschraube und gibt dadurch Kontakt für einen Stromkreis, dessen Strom die Wicklung des Elektromagneten M durchfließt. Der Hebel A ist aber der Anker zu diesem Magneten; er wird angezogen und schleudert dabei den Hebel G wieder in die Höhe. Dieser wird von der Sperrklinke K aufgefangen und befindet sich dann wieder in Bereitschaftstellung. — Da Kontakte Fehlerquellen sind, so sei darauf hingewiesen, daß der Kontakt zwischen den Hebeln G und A erst

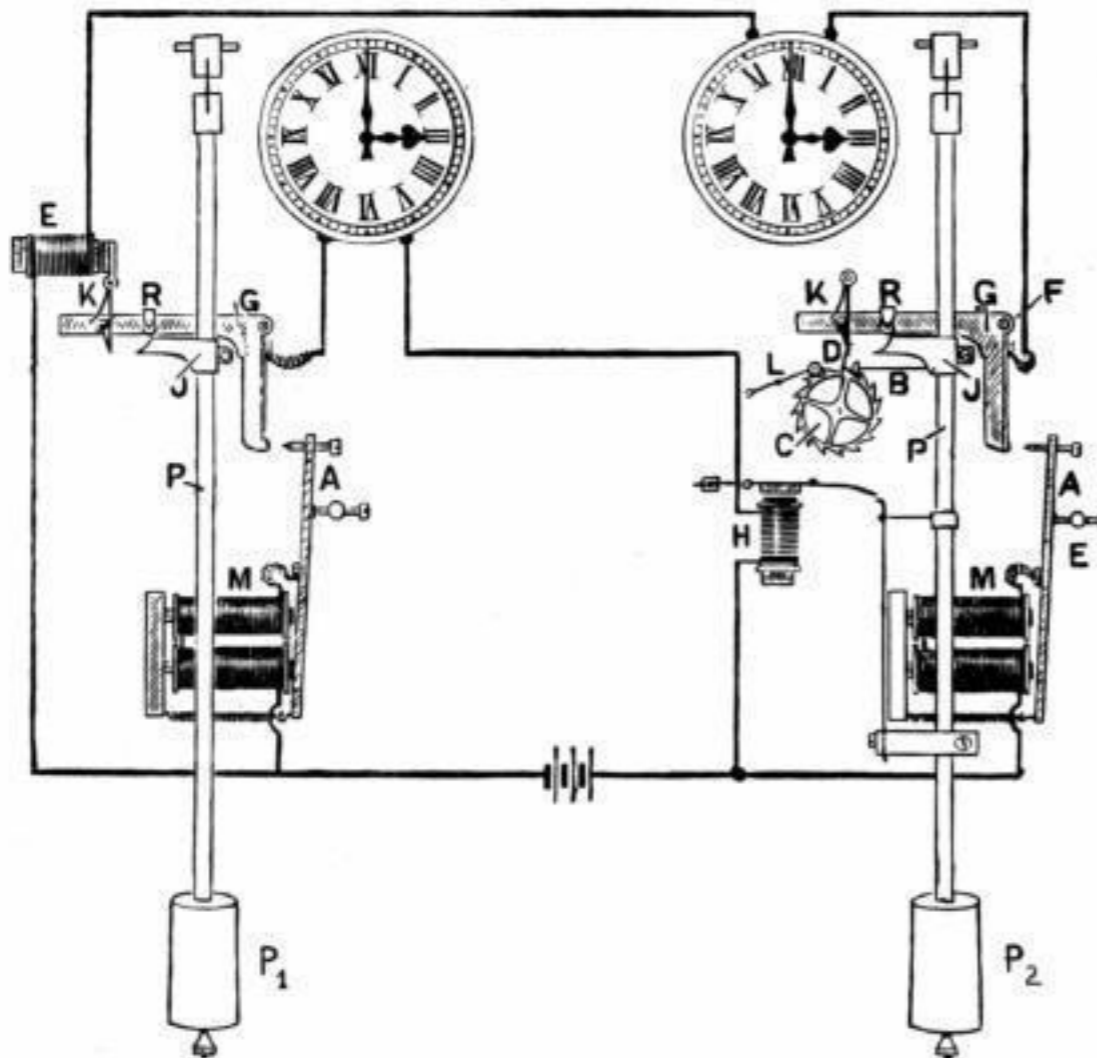


Abb. 3

nach der Impulsgebung geschlossen wird, also auf das Pendel keinen Einfluß ausüben kann.

Gehen wir nun zu dem freien Pendel von Shortt über. Dieses wird wie das von Ferrier durch eine Hilfsuhr (slave clock) unterstützt. In Abb. 3 sehen wir links das freie Pendel P_1 und rechts die Hilfsuhr mit dem Pendel P_2 schematisch aufgezeichnet. Die Hilfsuhr wirkt wie vorher beschrieben. Wird der Kontakt zwischen G und A der Hilfsuhr geschlossen, so durchläuft der Strom auch die Windungen des Elektromagneten E . Dieser löst die Sperrklinke K aus, und die Rolle R fällt nun auf das Ansaßstück am Stabe des freien Pendels und gibt dem Pendel den Antrieb.

Auf diese einfache Weise ist das freie Pendel von der Auslösungsarbeit befreit und erhält immer denselben Antrieb. Dieser Antrieb erfolgt auch immer an derselben Stelle des Schwingungsweges, da er ja mechanisch festgelegt ist. Eine Beeinflussung des freien Pendels durch den Gang der Hilfsuhr ist nur in der kurzen Zeitspanne zu finden zwischen dem Abfall des Hebels G und dem Übergange der Rolle R auf die Hebefläche. Erfolgt die Auslösung durch den Elektromagneten E nicht immer zu genau derselben Zeit, so ändert sich der Weg, den die

Rolle R auf dem waagerechten Stück des Pendelansatzes zurücklegt. Ursache einer solchen Abweichung könnte der ungleichmäßige Gang der Hilfsuhr sein oder auch Fehler im Kontaktschluß zwischen den Hebeln G und A der Hilfsuhr. Die Abweichungen im Gang der Hilfsuhr sind nun, wie wir nachher sehen werden, eng begrenzt, und auch die Unregelmäßigkeiten im Berührungsschluß sind gering. Dementsprechend werden die Unterschiede im Reibungswege der Rolle so gering sein, daß sie die Ganggenauigkeit nicht wesentlich beeinträchtigen werden. Ein Schönheitsfehler ist die Achsenlagerung des Hebels G . Im ganzen macht die Anordnung einen günstigen Eindruck, so daß man gute Leistungen von ihr erwarten darf.

Wie wird nun die Hilfsuhr synchronisiert? Man läßt sie 6–12 sec im Tage nachgehen, d. i. in der Zeit zwischen zwei Antrieben (30 sec.) 0,002–0,004 sec. Fällt nun der Hebel G am freien Pendel nach vollzogenem Antriebe gegen die Anschlagschraube im Hebel A (Abb. 3), so schließt er einen Stromkreis, in dem sich der Hilfsmagnet H befindet. An dem Anker dieses Magneten ist eine zarte Feder befestigt, der gegenüber eine andere Feder steht, die am Pendel befestigt ist. Geht das Pendel P_2 etwas nach, so fängt beim Niedergehen des Ankers die erste Feder die zweite auf und drückt sie zurück, wodurch das Pendel P_2 eine kleine Zusatzbeschleunigung (0,004 sec) erfährt. Schwingt aber das Pendel P_2 richtig, so schlüpft die zweite Feder durch, ehe sie von der ersten erfaßt werden kann. Dann bleibt das Pendel P_2 unbeeinflusst. Hat also das Pendel P_2 zwischen zwei Auslösungen einen Verlust von 0,002 sec so wird es bei jeder zweiten Auslösung um 0,004 sec beschleunigt, ist dagegen der Verlust doppelt so groß, so wird es bei jeder Auslösung beschleunigt. Der Spielraum von 6 sec reicht vollkommen aus. Die größte Abweichung zwischen dem Hilfspendel und dem freien Pendel bei dieser Art der Synchronisierung ist $\pm 0,002$ sec. Wie man sieht, beeinflusst die Synchronisierung den Gang des freien Pendels nicht, weil sie nach dem Antriebsvorgange erfolgt.

Auch bei dieser Anlage befindet sich das freie Pendel in einem luftdichten Gehäuse, in dem der Luftdruck bis auf 30 mm Quecksilber vermindert wird. Dadurch wird die zum Antriebe nötige Kraft auf ein Viertel der ursprünglichen verringert, das freie Pendel wird im Uhrkeller untergebracht, während die Hilfsuhr an einem beliebigen Orte aufgestellt werden kann. Abb. 4 u. 5 zeigen das Äußere der beiden Uhren.

Die Pendel sind seit 1924 im Gebrauch, es liegen darüber schon einige, wenn auch nicht abschließende Veröffentlichungen vor. In den „Monthly Notices of the R. A. S.“, März 1928, und in der Zeitschrift „Nature“, Juni 1928, veröffentlichen J. Jackson und W. Bowyer, Astronomen in Greenwich, die Ergebnisse ihrer Beobachtungen an den Uhren Shortt Nr. 3 und Nr. 11, während Professor R. A. Sampson in den Proceedings of the R. S. of Edinburgh im Juni 1928 über die Uhren Shortt Nr. 4 u. Nr. 0 berichtet. Man wird nicht erwarten dürfen, daß diese ersten Beobachtungen, bei denen Änderungen und Störungen unvermeidlich waren, schon das beste Ergebnis liefern.

An beiden Sternwarten wurden Verlängerungen des Nickelstahlpendels festgestellt, in Greenwich in 118 Tagen 0,001 mm, in Edinburg in 83 Tagen 0,001 mm. Der unausgeglichene Temperaturfehler betrug etwa 0,0054 sec im Tage für 1° C, derselbe Wert, wie er im Mittel für Riefler-Pendel angegeben wird. Die Barometerkonstante betrug etwa 0,012 sec/d für 1 mm Quecksilber. Sampson, der besonders sorgfältige Messungen gemacht hat, gibt die Akzeleration zu 0,0005 sec/d² an. Nachdem alle