



THE AUTOMAT

© Registered Trade Mark

GRUPPE 4

Sperrtriebe und Schaltwerke

Der einfache Sperrtrieb

Der kurvengesteuerte Sperrtrieb

Das Malteserkreuz als Schaltwerk

Bewegungsgesetze, Schaltzeit

Umlaufzeit, Durchschnittliche und maximale Übersetzung, Der Registrierapparat zur Aufzeichnung des Zeitwegdiagrammes

Das Schaltwerk mit unterbrochenem Zahnrad

Der Klemmrollen-Freilauf

AUTOMAT PRECISION ENGINEERING LTD
LIMMATQUAI 120 ZÜRICH 1 SWITZERLAND

Printed in Switzerland

Diese Gruppe von Mechanismen dient dazu, die Bewegungen bestimmter Teile einer ganzen Maschine zu genau vorgeschriebenen Zeiten stillzusetzen und in dieser Ruhelage an jeder weiteren Bewegung zu hindern, d. h. zu sperren. Diese Mechanismen umfassen vor allem die überaus große Zahl der verschiedensten Sperrvorrichtungen für das Festklemmen der Werkstücke während der Bearbeitung. Die Betätigung dieser Vorrichtungen erfolgt entweder von Hand oder wird durch kurvengesteuerte, pneumatische oder hydraulische Apparaturen kontrolliert.

Als Grundlage dieser Art von Sperrtrieben dient in den meisten Fällen der Keiltrieb.

Eine weitere Form dieser Getriebegruppe dient dazu, Wellen, Schieber, Hebel, Räder, entweder einzeln oder in Gruppen schrittweise zu bewegen und sofort nach Beendigung dieser Bewegung an jeder weiteren Vorwärtsbewegung zu hindern. Die Schritte der Vorwärtsbewegung können gleichförmig oder ungleichförmig sein.

Eine der einfachsten Formen des Sperrtriebes ist bei der Seilwinde zu finden, wo eine Last durch das Eingreifen einer Sperrklinke in ein Sperr-Rad am Zurückrollen gehindert wird.

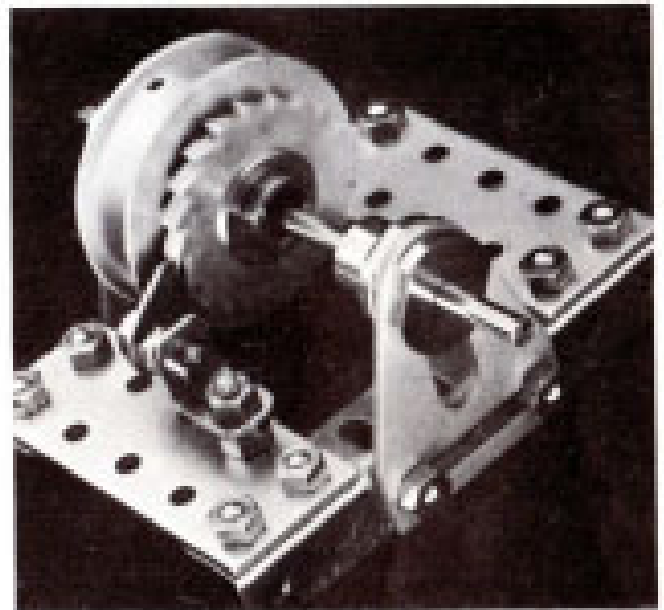


Fig. 4.1

Fig. 4.1 zeigt eine einfache Seilwinde mit Sperr-Rad und Klinke. Der Antrieb erfolgt durch eine drehende Bewegung. Sperr-Rad und Seiltrommel sind miteinander fest verbunden. Das Sperrglied, die Klinke, ist am Gestell befestigt.

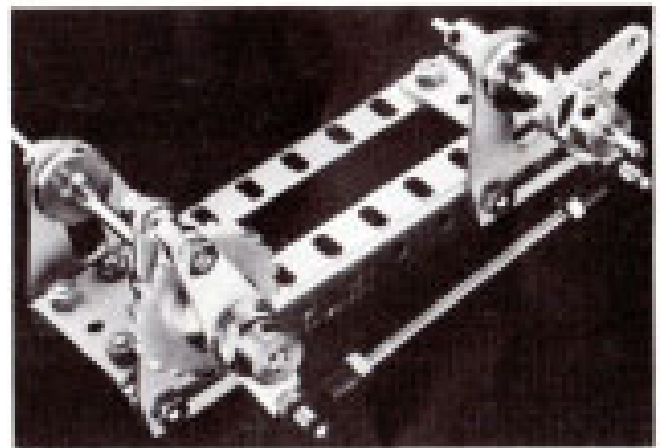


Fig. 4.2

Fig. 4.2 zeigt ein durch einen Schwinghebel betätigtes Sperr-Rad. Eine zweite Sperrklinke ist am Gestell befestigt und verhindert ein Mitlaufen des Sperr-Rades bei der Rückwärtsbewegung des Schwinghebels.

Dieser Mechanismus kann durch die Schwingbewegung einer Kurbelschwinge in einem regelmäßigen Takt, oder durch einen mit Kurvenscheiben gesteuerten Hebel, angetrieben werden.

Fig. 4.3 zeigt die Anwendung eines Sperrtriebes in Verbindung mit einer Kurvenscheibe als Steuerelement und einer Hebelübertragung.

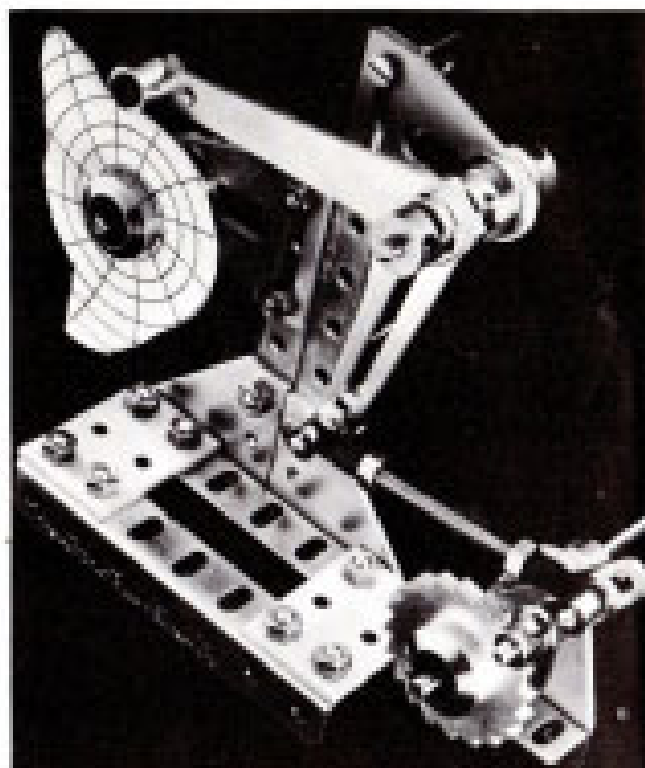


Fig. 4.3

Das Malteserkreuz als Schaltwerk

Dieser Mechanismus dient dazu, eine gleichförmig drehende Bewegung in eine durch regelmäßige Stillstände unterbrochene Drehbewegung wechselnder Winkelgeschwindigkeit umzuwandeln.

Der Name Maltesergetriebe kann auf die Ähnlichkeit der angetriebenen Scheibe mit dem Ordenszeichen der Malteserritter zurückgeführt werden. Im englischen Sprachgebrauch verwendet man ebenfalls den Ausdruck »Geneva Wheel« (Genfer Rad) und zwar deshalb, weil eine Abart dieses Getriebes zuerst von den Genfer Uhrmachern angewendet wurde, um ein Überwinden der Aufzugsfeder zu vermeiden.

Heute wird das Malteser-Getriebe z. B. zum Schalten des Revolverkopfes automatischer Revolverdrehbänke verwendet. Unter Abschnitt 3 »Kurventreiber« finden wir beim Diagramm des Tares Automaten ein solches Maltesergetriebe. Es wird für diesen Zweck deshalb eingesetzt, weil es eine langsame Anfangsgeschwindigkeit ergibt, die allmählich beschleunigt und in der zweiten Hälfte der Bewegung ebenso allmählich verzögert wird. Auf diese Weise wird ein rasches, jedoch stoßfreies Schalten erreicht.

Es besteht grundsätzlich aus zwei Teilen: dem Antrieb, auch Triebstock genannt, mit dem Zapfen (oder in der Praxis mit auf Kugellagern gelagerter Rolle) und der Sperrtrommel, Fig. 4.4. Der Zapfen greift tangential in die radialen Nuten der Schaltscheibe ein, dreht die Schaltscheibe und verläßt die Nut. Sobald der Zapfen die Mitte seiner Kreisbahn erreicht hat, greift bereits die Sperrtrommel in die Aussparungen der Schaltscheibe ein und verhindert eine weitere Drehung derselben bis zur nächsten Schaltbewegung.

Wir sehen beim Betrieb dieses Modells, daß es sich um ein formschlüssiges Getriebe handelt, das einen Zwangslauf ergibt, indem die Drehung durch den Zapfen und der Stillstand durch die Sperrtrommel erzwungen wird. Es ist deshalb ein günstiges Getriebe, weil die bewegten Massen allmählich beschleunigt und verzögert werden. Dieses Modell arbeitet mit einer sechsstelligen Nutenscheibe. In der Praxis kennen wir ebenfalls Malteser-Getriebe mit 3–12 Nuten, regelmäßige und unregelmäßige Nutenscheiben.

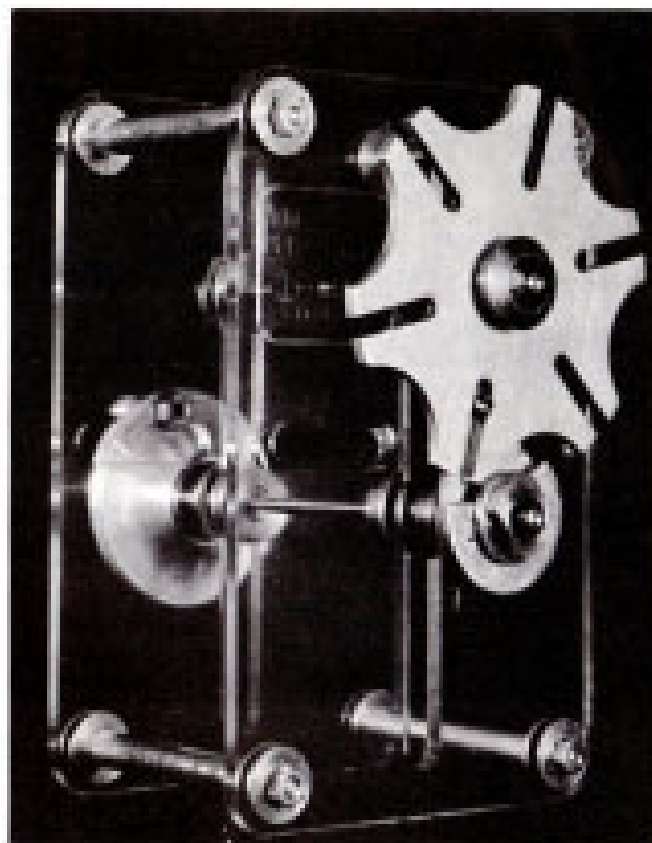


Fig. 4.4

Um die Bewegungsgesetze dieses weniger bekannten Mechanismus besser erfassen zu können, bauen wir uns gleichzeitig das Modell laut Fig. 4.5, das die schwingende Kurbelschleife darstellt.

Vergleichen wir die beiden Modelle, so stellen wir fest, daß die kleine Antriebskurbel der schwingenden Kurbelschleife dem Triebstock des Malteser-Getriebes entspricht. Der Kurbel-Zapfen erfüllt die gleiche Funktion wie derjenige am Triebstock des Malteser-Getriebes. Der Schlitzhebel der schwingenden Kurbelschleife entspricht der Nut der Schaltscheibe.

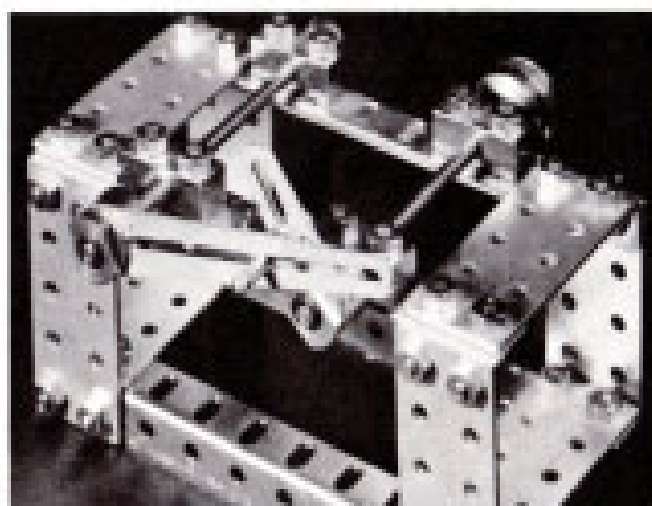


Fig. 4.5

Die Verwandtschaft zwischen Malteser Kreuz und schwingender Kurbelschleife ist aus einem Vergleich zwischen Fig. 4.6 und 4.7 deutlich sichtbar.

Aus Fig. 4.6 ersehen wir die geometrische Darstellung der Bewegung. Der Zapfen des Triebstockes durchläuft eine Bahn, die dem Winkel 2β der schwingenden Kurbelschleife entspricht. Der Winkel 2α ist derjenige, den der Zapfen des Triebstockes während des Stillstandes der Schaltscheibe beschreibt.

Dreht sich der Triebstock gleichförmig und bezeichnen wir eine Umlaufzeit des Triebstockes mit T , entsprechend einem Winkel von 360° , so verhält sich die Bewegungszeit t_b während des Schaltens zur Umlaufzeit T des Triebstockes wie folgt:

$$\frac{t_b}{T} = \frac{2\beta}{360^\circ} = \frac{180 - 2\alpha}{360}$$

und wenn $2\alpha = \frac{360^\circ}{n}$ eingesetzt wird, n (Anzahl der Nuten)

$$\frac{t_b}{T} = \frac{1}{2} - \frac{1}{n}$$

so ist bei $n = 6$

$$\frac{t_b}{T} = \frac{1}{2} - \frac{1}{6} = \frac{1}{3}$$

das heißt, der Triebstock bewegt die Schaltscheibe während einem Drittel seiner Umlaufzeit.

Die Ruhezeit t_r zwischen zwei Schaltungen ist die während einer Umdrehung des Triebstockes neben der Schaltung verbleibende Zeit. Es ist

$$\frac{t_r}{T} = \frac{1}{3}, t_r = 1 - \frac{1}{3} = \frac{2}{3}$$

so daß die Schaltscheibe während zwei Drittel der Umdrehung des Triebstockes stillsteht.

Wichtig für die Anwendung dieses Malteserkreuz-Schaltwerkes ist das Verhältnis der Ruhezeit zur Schaltzeit. Wir müssen uns überlegen, daß während der Ruhezeit Arbeitsvorgänge wie Ansenken, Bohren, Ausreiben, Gewindschneiden erfolgen und je eine dieser Operationen beendet sein muß, bevor der nächste Stellungswechsel des Revolverkopfes erfolgt. (Siehe Tarex-Diagramm in Abschnitt 3.)

Dieses Verhältnis läßt sich ableiten aus den bisher bekannten Zahlen, indem

$$t_r : t_b = \frac{t_r}{T} : \frac{t_b}{T}$$

Wir erhalten bei einer sechsnutigen Schaltscheibe ein Verhältnis von 2:1, d. h. die Schaltscheibe ruht doppelt so lang als die Bewegungszeit dauert.

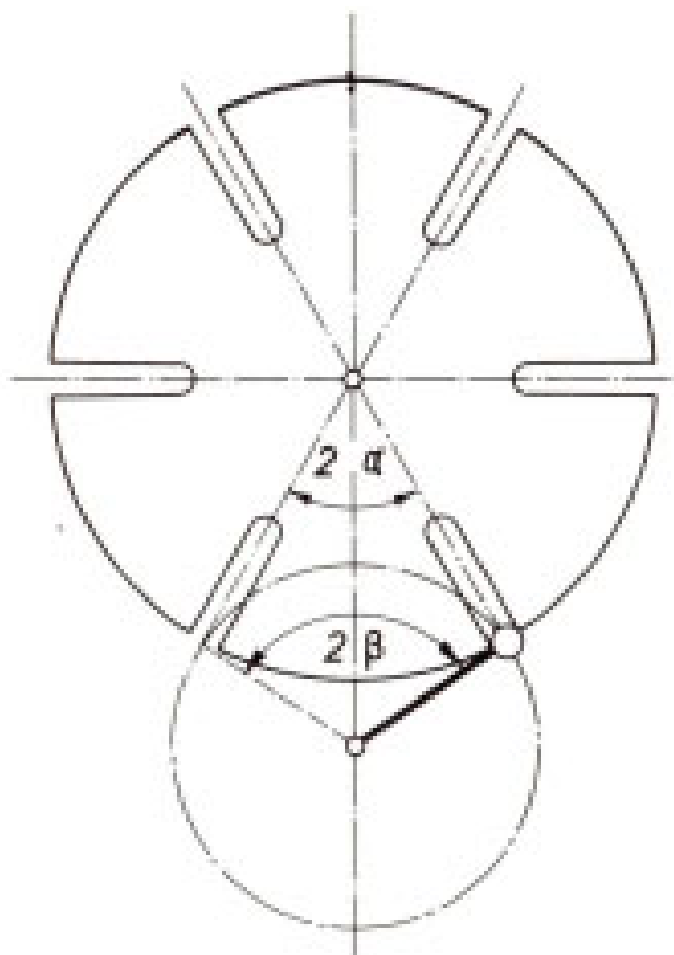


Fig. 4.6

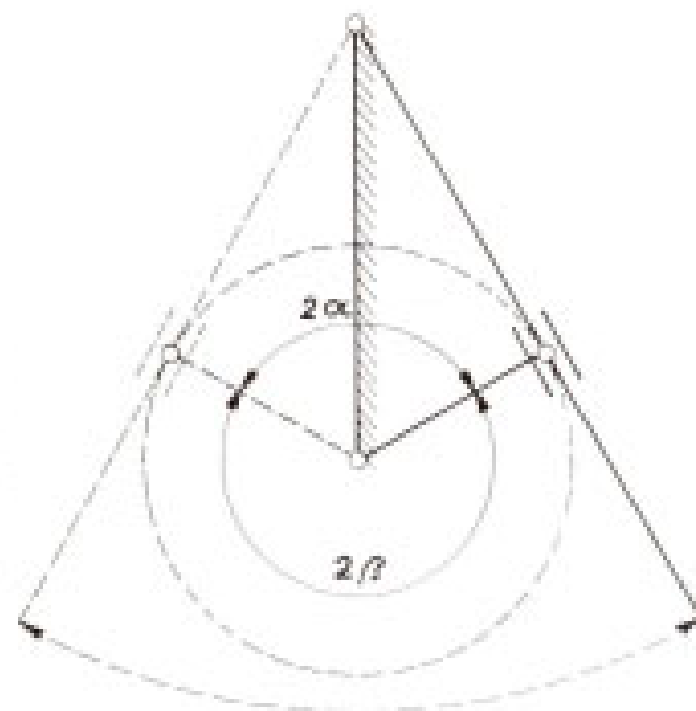


Fig. 4.7

Zur Beurteilung eines Malteserkreuzgetriebes bei der Anwendung möge noch die durchschnittliche Übersetzung herangezogen werden. Darunter ist jene Übersetzung zu verstehen, die vorhanden wäre, wenn sich an An- und Abtrieb bei gleichförmiger Geschwindigkeitsübertragung, z. B. durch Zahnräder, um die Winkel 2β bzw. 2α (Fig. 4.8) verdrächten.

Dieses durchschnittliche Verhältnis wollen wir mit v_d bezeichnen; es ist gleich $\frac{r_1}{r_2}$.

Nach Fig. 4.8 wäre wegen der Gleichheit der Bögen

$$r_1 \cdot 2\beta = r_2 \cdot 2\alpha$$

$$\text{und } \frac{r_1}{r_2} = \frac{\alpha}{\beta}$$

Der Schaltwinkel ist $\alpha = \frac{180^\circ}{n}$

Der Winkel, um den sich die Antriebsscheibe, der Triebstock verdreht, ist $2\beta = 180^\circ - 2\alpha$.

Somit wird $\beta = 60^\circ - \alpha = 60^\circ - \frac{180^\circ}{n}$

$$\text{d. h. } v_d = \frac{r_1}{r_2} = \frac{\alpha}{\beta} = \frac{180^\circ}{n} : \left(60 - \frac{180}{n}\right) = \frac{2}{n-2}$$

daher $v_d = 2 : (n-2)$.

Eine weitere Eigenschaft eines Malteserkreuz-Getriebes möge untersucht werden: Die maximale Übersetzung, das ist jener Größtwert der Übersetzung, wie er in der mittleren Stellung auftritt (Fig. 4.9).

Es sei $\frac{O_1B}{O_2B} = v_{\max}$, die Bezeichnung für den Größtwert dieses Übersetzungs-Verhältnisses.

Mit $O_1O_2 = a$ wird $O_1A = a \sin \alpha$
und wegen $O_1B = O_1A$ wird

$$v_{\max} = \frac{O_1B}{O_2B} = \frac{a \cdot \sin \alpha}{a - a \sin \alpha} = \frac{\sin \alpha}{1 - \sin \alpha}$$

Der Winkel α ergibt sich aus $\alpha = \frac{180}{n}$

Beim sechszahntigen Malteserkreuz ist bei einer durchschnittlichen Übersetzung von $v_d = 1:2$ der maximale Wert der Übersetzung 1:1, also ziemlich saft.

Diese Bewegungseigenschaften des Malteserkreuzes lassen sich an Hand praktischer Versuche anschaulicher darstellen.

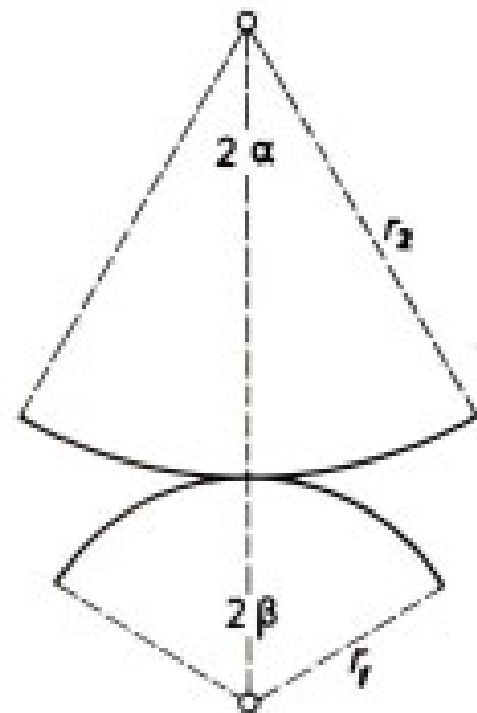


Fig. 4.8

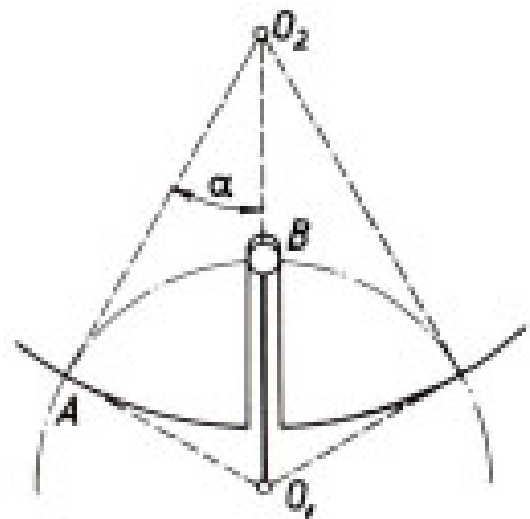


Fig. 4.9

In Fig. 4.10 ist das gleiche Getriebe mit einem Meßinstrument zusammengekuppelt, laut Getriebeplan Fig. 4.11, wobei allerdings bemerkt werden muß, daß es sich nur für eine Teildrehung der angetriebenen Welle eignet.

Zur Ermittlung des Verhältnisses Bewegungszeit : Ruhezeit, Geschwindigkeit und Beschleunigung verfähre man wie folgt:

- Man stellt den Zapfen des Triebstocks tangential zur Nute der Schaltscheibe und notiere in einer ersten, vertikalen Kolonne die entsprechende Zahl auf der kleinen Skala.
- Man dreht den Triebstock jeweils um 10° (oder 5°) der kleinen Skala und notiere die entsprechende Ziffer auf der 180° -Skala.
- Aus den erhaltenen Werten lassen sich Geschwindigkeit und Beschleunigung ableiten.

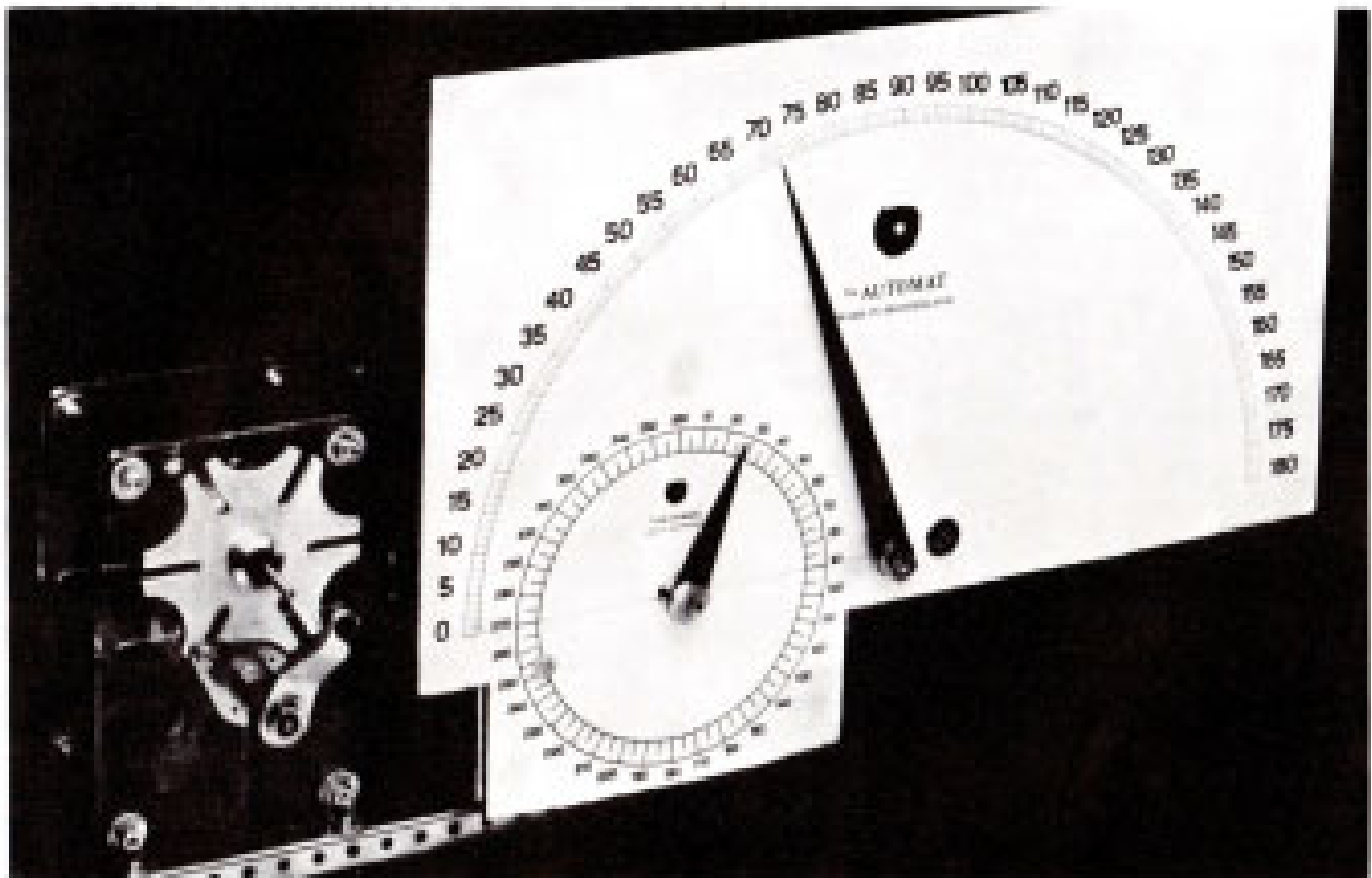


Fig. 4.10

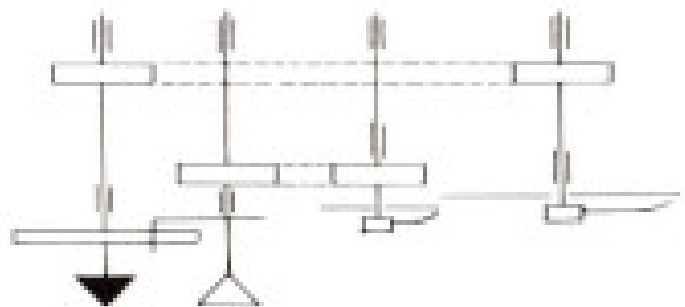


Fig. 4.11



Fig. 4.13

Fig. 4.14 zeigt eine weitere Form von Spertrrieben und Schaltwerken. Bei diesen Mechanismen handelt es sich darum, eine Welle abwechselungsweise über Zeiträume verschiedener Länge anzutreiben und wieder still zu setzen. Dies wird ganz einfach dadurch erreicht, daß das besondere Antriebsrad mit T-Nuten mit zwei Zahnsegmenten versehen wird, deren Zähnezahl der Anzahl Gesamtumdrehungen der angetriebenen Welle entspricht. Die Lücken zwischen diesen Zahnsegmenten entsprechen den Stillständen der angetriebenen Welle. Hinter der Antriebscheibe ist auf der gleichen Welle eine Kurvenscheibe befestigt, die den Bremshebel betätigt. Sobald der letzte Zahn des Segmentes das angetriebene Zahnrad verläßt, betätigt die Kurvenscheibe den Bremshebel, der auf die auf der angetriebenen Welle sitzende Bremsstrommel wirkt und die Drehbewegungen erst wieder freigibt, wenn der erste Zahn des nächsten Segmentes wieder in das Zahnrad eingreift.

Dieser Mechanismus kann nur mit Baukasten Nr. 33 und 1500 gebaut werden. Zahnsegmente und die besondere Antriebscheibe mit T-Nuten können jedoch auch einzeln geliefert werden.

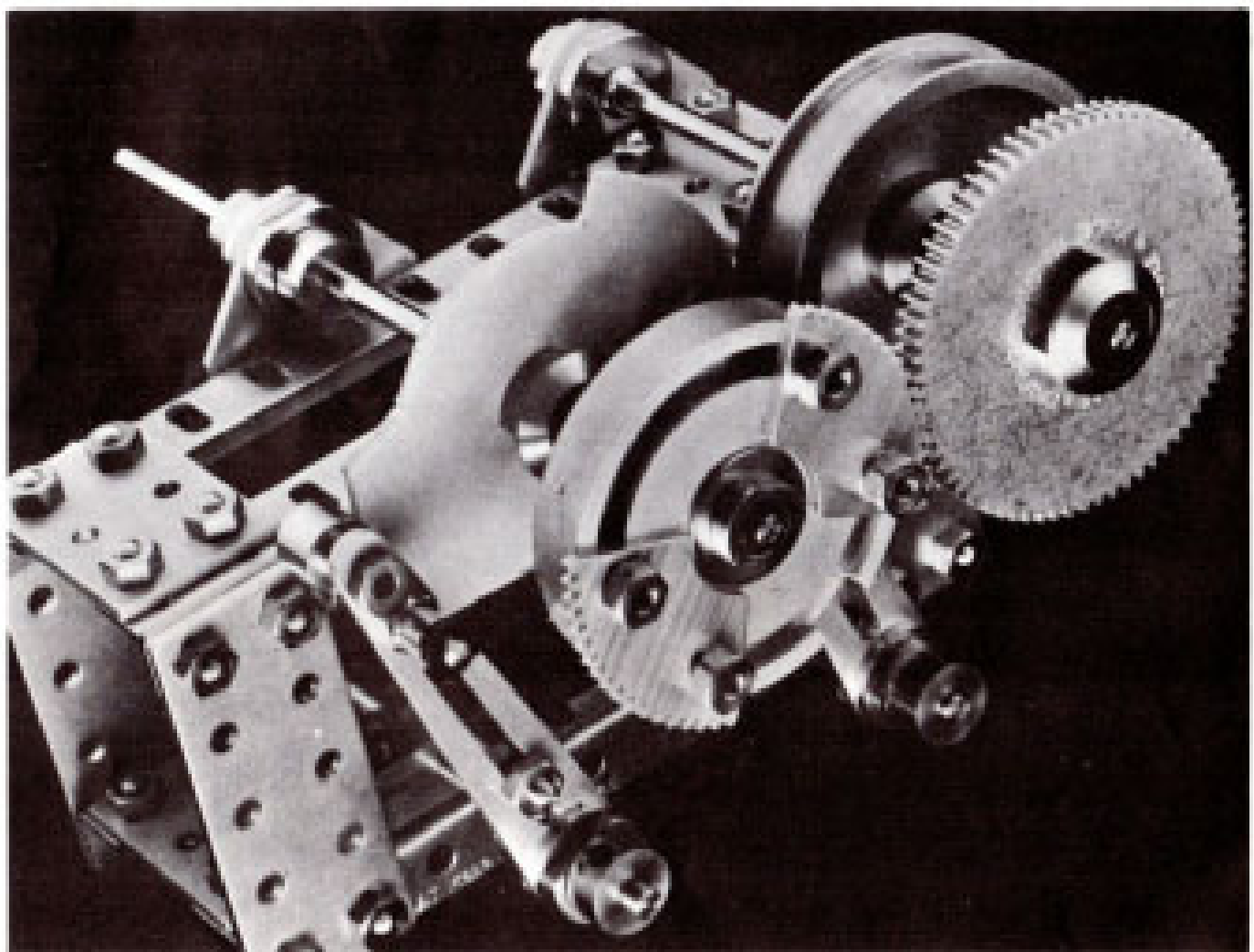


Fig. 4.14

Der Freilauf als Schaltwerk

Dieses Getriebe, das wohl den meisten von den Fahrern her bekannt sein dürfte, dient ebenfalls dazu, eine kontinuierlich rotierende in eine intermittierend rotierende Bewegung umzuwandeln: es gehört ebenfalls zur Gruppe der Sperrtriebe und Schaltwerke.

Um dessen Funktionsweise besser verstehen zu können, bauen wir uns zuerst ein einfaches Getriebe-Modell, und zwar wiederum die Kurbelschwinge.

Die Koppel dient als Antrieb der Schwinge, die hier ebenfalls in Form eines Hebels ausgebildet ist.

Der Mechanismus ist in Fig. 4.15 ersichtlich.

Er besteht grundsätzlich aus drei Teilen:

- a) Das Antriebs-Element, bestehend aus dem Hebel und dem äußeren Gehäuseteil des Freilaufs. Beide sind miteinander starr verbunden.
- b) Das Abtriebs-Element, bestehend aus der angetriebenen Welle, dem inneren Teil des Freilaufs, an dessen Umfang fünf konisch verlaufende Zähne ausgefräst wurden, und einem Stellring, der diesen inneren Teil fest mit der Welle verbindet.
- c) Das Verbindungselement zwischen äußeren und innerem Teil, dargestellt durch die fünf zylindrischen Rollen, die in die Aussparungen der Zähne passen.

Die Montage dieses interessanten Mechanismus erfolgt am besten dadurch, daß die genaue Stellung des Hebels auf der Welle ermittelt und dieser Hebel (bereits mit dem äußeren Gehäuseteil, Unterlagscheiben und Muttern zusammenmontiert) auf der rechten Seite durch einen Stellring fixiert wird. Ab dann wird vom anderen Ende her der verzahnte innere Teil eingeschoben und die Welle vertikal gestellt. Die fünf Rollen können dann sehr leicht eingesetzt werden. Als Abschluß wird der große Stellring auf das geschützte, vorstehende Ende des inneren Teiles aufgeschoben und dieser Teil auf die Welle durch Anziehen der drei Mutterschrauben festgeklammert.

Betrachten wir die Ansicht von vorne, welche die fünf Rollen zeigt, so verstehen wir sehr leicht die Funktionsweise dieses Mechanismus. Dreht sich der Antriebshebel im Uhrzeigersinn, so werden dadurch die Rollen in gleicher Richtung mitgenommen und gegen den inneren Teil gepreßt. Durch diese Klemmwirkung wird auch der innere Teil und die damit verbundene Welle mitgenommen. Auch dieses Getriebe beruht auf nichts anderem als dem Keil, der eine Klemmwirkung hervorruft.

Bewegt sich der Hebel im entgegengesetzten Sinne des Uhrzeigers, so werden die Rollen in die Vertiefungen der Zähne hineingeschoben, und das Spiel zwischen Rollen und innerer Wandung des Gehäuses erlaubt einen reibungslosen Rücklauf.

Die Funktion dieses Getriebes kann sehr leicht bei der Verwendung einer Kurbelschwinge beobachtet werden.

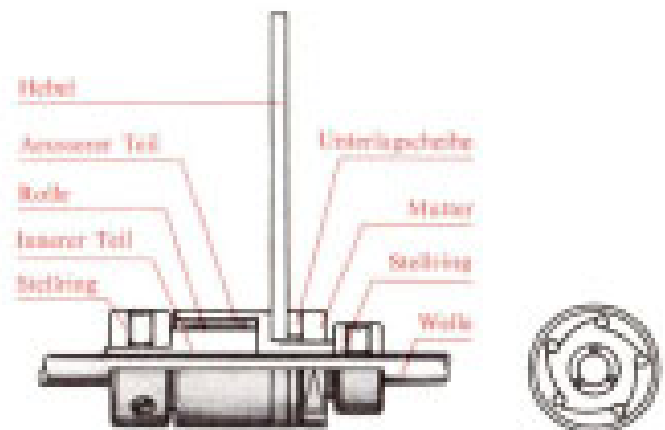


Fig. 4.15

Kurvengesteuertes Schaltwerk

Fig. 4.16 zeigt die Verwendung des Freilaufes zur Betätigung eines Schaltwerkes. Die Aufgabe besteht darin, einer Welle über zwei verschieden lange Zeitabstände eine kurze Drehbewegung zu erteilen. Dieser Mechanismus besteht aus vier Teilen:

- a) die Kurvenscheibe, als Sonderelement;
- b) das Übertragungsorgan in Form des Schwinghebels mit daran befestigtem Kreissektor;
- c) das Stirnrad, das zum Schaltelement des Freilaufes gehört;
- d) der innere Teil des Freilaufes mit der damit fest verbundenen Abtriebswelle.

Beim Vorschub auf der Aufstiegsseite der Kurvenscheibe wird das Rad lose auf der Welle drehen. Beim Abstieg der Kurvenrolle auf der einen Seite über eine Wegstrecke von vier Einheiten à 5 mm wird die Welle durch den Freilauf mitgenommen, während auf der andern Seite, wo der Gesamtweg sechs Einheiten à 5 mm beträgt, die Drehbewegung der Welle entsprechend länger dauert. Der Zeiger veranschaulicht die Drehbewegung der Welle.

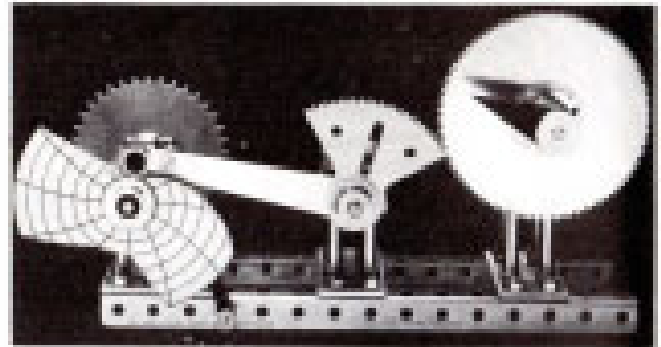


Fig. 4.16

Anwendungen bei Uhren

Eine der Anwendungen dieser Art von Mechanismus findet sich auch beim Aufzugsmechanismus automatischer Uhren. Das Prinzip dieser Uhren besteht darin, daß die natürlichen Armbewegungen dazu verwendet werden, die Antriebsfeder wieder aufzuziehen.

Hier handelt es sich darum, eine Pendelbewegung, die mit den Schwingungen des angetriebenen Gliedes verglichen werden kann, in eine gleichgerichtete Drehbewegung umzuwandeln, also um einen mechanischen Gleichrichter.

Eine sinnreiche Anordnung hat die Firma Girard-Perregaux SA in La Chaux-de-Fonds für ihre automatischen Uhren eingeführt. In Fig. 4.17 ist der Bewegungsablauf wie folgt:

Während den Armbewegungen pendelt der Rotor, eine Masse aus Metall, und richtet sich nach seinem jeweiligen Schwerpunkt. Er ist an seinem Drehpunkt starr mit einem kleinen Zahnrad gekuppelt. Nehmen wir an, der Rotor bewege sich im Uhrzeigersinne, so treibt der kleine Ritzel das mit Gyrottron A bezeichnete Zahnrad an, und zwar im gegenläufigen Sinne. Das Gyrottron A weist im Inneren eine Anzahl konischer Aussparungen auf. Der innere Teil des Gyrottrons hat eine zylindrische Lauffläche und ist starr mit einem kleineren Zahnrad verbunden. Dreht sich das Zahnrad in der Pfeilrichtung, so werden kleine, aus synthetischen Edelmetallen bestehende Rollen gegen die Lauffläche des inneren, zylindrischen Teiles gepreßt und diesem die gleiche Drehrichtung erteilt. Es besteht die gleiche Klemmwirkung wie beim AUTOMAT-Freilauf.

Dieses Gyrottron A treibt gleichzeitig Gyrottron B, welches bei dieser Bewegung die gleiche Bewegungsrichtung aufweist wie der mit dem Rotor verbundene Ritzel. Hier werden die Rollen gegen das größere Ende der konischen Aussparungen gepreßt, und die Verbindung zwischen äußerem Antrieb und Bewegung der inneren Lauffläche ist ausgeschaltet. Der innere Teil des Gyrottron B bewegt sich aber in der angegebenen Pfeilrichtung, und zwar deshalb, weil das Zahnrad der Aufzugsvorrichtung vom Gyrottron A angetrieben wird und dieses somit auch auf das kleine, innere Zahnrad des Gyrottron B wirkt. In diesem Falle läuft das kleine Zahnrad des Gyrottron B einfach leer mit.

Pendelt nun der Rotor in der andern Richtung, d. h. im entgegengesetzten Sinne des Uhrzeigers, so wird die Wirkungsweise der beiden Gyrottrons umgekehrt. In diesem Falle werden die Rollen des Gyrottrons B an die inneren Laufflächen angepreßt und dadurch das innere, kleine Zahnrad angetrieben, welches ebenfalls auf das Zahnrad des Antriebsmechanismus wirkt. Beim Gyrottron A sind jetzt die Rollen in den großen Aussparungen und wirken nicht auf die innere Lauffläche.

Auf diese Weise wird erreicht, daß selbst die kleinsten Armbewegungen durch Ausnützung des Schwerkrafts einer Masse dazu verwendet werden, den Aufzugsmechanismus zu betätigen. Was wir also vor uns haben, ist eine elegante Lösung (durch Schweiz. Patent 330246 geschützt), durch die Schwerkraft und abwechselungsweise Klemmwirkung — die Anwendung des Keils — eine gleichgerichtete Drehbewegung zu erhalten.

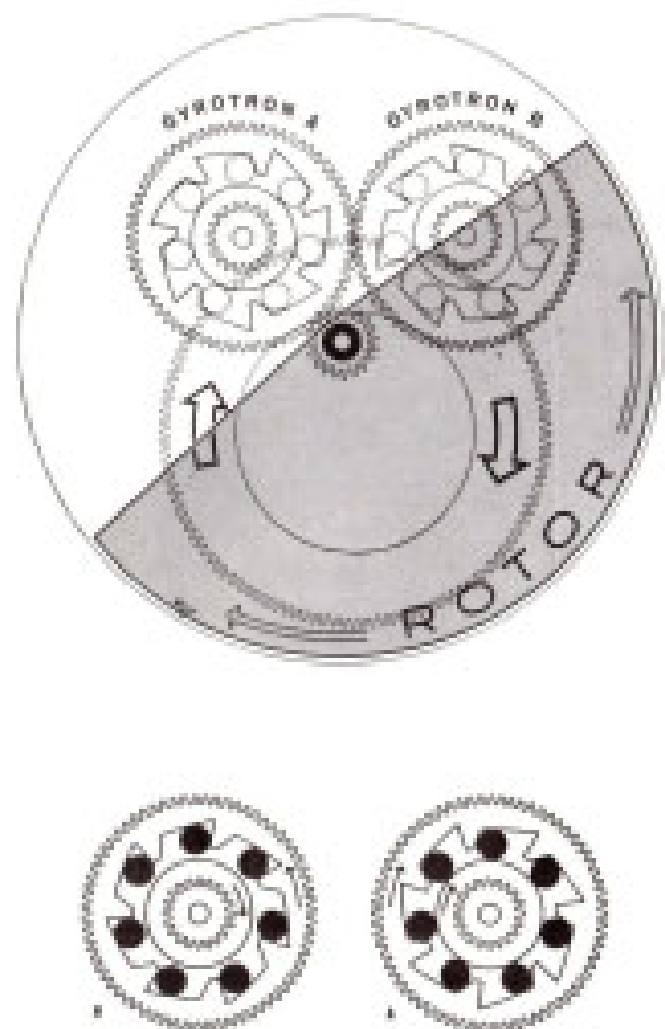


Fig. 4.17

