

Brevet N° **79817**
du **15 JUN 1978**
Titre délivré **22 JAN. 1980**

GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG



Monsieur le Ministre de l'Economie Nationale
Service de la Propriété Industrielle,
LUXEMBOURG

*ref. 18 M.
15.12.79*

d'addition

Demande de Brevet d'invention

à la demande de brevet du 22.9.1977 N° 78012

I. Requête

Nicolas GATH, commerce en machines et outillage (1)

15 rue Joseph Tockert (2)

Luxembourg (3) **15 JUN 1978**

dépose ce quinze juin mil neuf cent soixante-dix-huit (4)
à *10.45* heures, au Ministère de l'Economie Nationale, à Luxembourg :

1. la présente requête pour l'obtention d'un brevet ~~concernant~~ **d'addition** (4)

Fehlerstromschutzschalter

HOAH

déclare, en assumant la responsabilité de cette déclaration, que l'(es) inventeur(s) est (sont): (5)

le déposant

2. la délégation de pouvoir, datée de _____ le _____

3. la description en langue **allemande** de l'invention en deux exemplaires ;

4. **2** planches de dessin, en deux exemplaires ;

5. la quittance des taxes versées au Bureau de l'Enregistrement à Luxembourg,

le **13 juin 1978**

revendiqué pour la susdite demande de brevet la priorité d'une (des) demande(s) de (6) déposée(s) en (7)

le _____ (8)

au nom de _____ (9)

élit domicielle pour lui (elle) et, si désigné, pour son mandataire, à Luxembourg _____ (10)

solicite la délivrance d'un brevet d'invention pour l'objet décrit et représenté dans les annexes susmentionnées, — avec ajournement de cette délivrance à **18** mois.

Le déposant *[Signature]*

II. Procès-verbal de Dépôt

La susdite demande de brevet **d'addition** a été déposée au Ministère de l'Economie Nationale, Service de la Propriété Industrielle à Luxembourg, en date du :

15 JUN 1978

à *10.45* heures



Pr. le Ministre de l'Economie Nationale,
p. d.
Le Chef du Service de la Propriété Industrielle,

[Signature]

A 68007

(1) Nom, prénom, firme, adresse — (2) s'il y a lieu, le nom de la personne agissant en qualité de mandataire — (3) date du dépôt en toutes lettres — (4) titre de l'invention — (5) noms et adresses — (6) brevet, certificat d'addition, modèle d'utilité — (7) pays — (8) date — (9) déposant originaire — (10) adresse — (11) 6, 12 ou 18 mois.

Luxemburg, den 15. Juni 1978

Fehlerstromschutzschalter
=====

Anmelder : Nicolas GATH, 15 rue Joseph Tockert,
Luxembourg

Die Erfindung betrifft einen Fehlerstromschutzschalter zum Schutz des Menschen vor elektrischen Schlägen.

Es ist ein bekannter Nachteil der heute allgemein üblichen Fehlerstromschutzschalter, dass sie bei Auftreten eines Gleichstrom-Fehlerstromes auf diesen nicht reagieren und auch ihre Empfindlichkeit auf Wechselstrom-Fehlerstrom herabgesetzt wird. In einer Patentanmeldung vom 22.08.1977, Nr. 78012, in Luxemburg ist vorgeschlagen worden, dass die betriebsstrom-
K
führenden Leiter als Spulen auf einen Kern gewickelt werden, der aus magnetisch leitendem Material besteht



und der selbst eine Spule darstellt, die aus mehreren Windungen besteht. In diesem Kern entsteht dann beim Fließen eines Fehlerstromes ein magnetischer Fluss Φ_F , der nachstehend Fehlerstrommagnetfluss genannt wird, dessen magnetische Spannung relativ hoch ist und so einen Sperrmagnetauslöser in Funktion setzen kann. In einer Zusatzanmeldung vom 02.09.1977 in Luxemburg, Nr. 78075, ist eine besondere Ausführungsform eines Sperrmagnetauslösers vorgeschlagen worden. Der Fehlerstrommagnetfluss Φ_F wird über eine Kreuzungszone geleitet, über welche auch der magnetische Fluss fließt, der den Anker des Auslösers festhält. Letzterer wird im folgenden Auslöserankerhalte-magnetfluss Φ_h genannt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die für das Ansprechen des Sperrmagnetauslösers nötige magnetische Spannung zu verringern und so die Zahl der Windungen der aus den betriebsstromführenden Leitern gebildeten Spulen oder die Zahl der Windungen der aus magnetisch leitendem Material hergestellten Spule zu verringern.

Die Aufgabe wird dadurch gelöst, dass die Kreuzungszone so dimensioniert wird, dass die Länge w_{Φ_F} des Weges, den der Fehlerstrommagnetfluss Φ_F innerhalb der Kreuzungszone durchläuft, kleiner ist als die Länge w_{Φ_h} des Weges, den der Auslöserankerhalte-magnetfluss



Φ_h innerhalb dieser Zone durchläuft, oder dass bei mehreren Kreuzungszonen $\sum w_{\Phi_h} > w_{\Phi_F}$. Die beiden Teile des Leiters L_{Φ_F} , die in der Kreuzungszone zusammenstossen, sollen aufeinander fluchten, ebenso sollen die beiden Teile des Leiters L_{Φ_h} , die in der Kreuzungszone zusammenstossen, aufeinander fluchten. Als Kreuzungszone soll dann derjenige Leiterteil bezeichnet werden, der sich gleichzeitig in dem Bündel der Fluchtlinien des Leiters L_{Φ_F} und des Leiters L_{Φ_h} befindet.

In Figur 1 ist diese Kreuzungszone ein Kubus, weil die Querschnitte beider Leiter quadratisch und gleich gross sind. Die Fläche $F_{\Phi_{FL}}$ (3 in Figur 1, punktiert gezeichnet) ist eine der sechs Mantelflächen dieses Kubus. Sie grenzt letzteren gegen den linken Leiterteil $L_{\Phi_{FL}} (1_L)$ des Leiters $L_{\Phi_F} (1)$, eine andere gegenüberliegende Fläche $F_{\Phi_{FR}}$ (4) gegen den rechten Leiterteil $L_{\Phi_{FR}} (1_R)$ des Leiters $L_{\Phi_F} (1)$ ab. Eine andere Fläche $F_{\Phi_{ho}}$ (5) der 6 Mantelflächen des Kubus grenzt diesen gegen den oberen Leiterteil $L_{\Phi_{ho}} (2_o)$ des Leiters $L_{\Phi_h} (2)$, eine andere darunterliegende Fläche $F_{\Phi_{hu}}$ (6) des Kubus grenzt diesen gegen den unteren Leiterteil $L_{\Phi_{hu}} (2_u)$ des Leiters L_{Φ_h} ab. Die Weglänge w_{Φ_F} des Fehlerstrommagnetflusses Φ_F in der Kreuzungszone ist durch den Abstand der Flächen $F_{\Phi_{FL}}$ (3) und $F_{\Phi_{FR}}$ (4) gegeben.



Die Weglänge w_{ϕ_h} des Auslöserankerhalte magnetflusses Φ_h in der Kreuzungszone ist durch den Abstand der Flächen $F_{\phi_{ho}}$ (5) und $F_{\phi_{hu}}$ (6) gegeben. In dem in Figur 2 dargestellten Ausführungsbeispiel ist w_{ϕ_F} etwa vier mal kleiner als w_{ϕ_h} . Damit aber in Figur 2 für den magnetischen Fluss Φ_h der gleiche Querschnitt wie in Figur 1 zur Verfügung steht, ist dessen Mass M_2 in der Richtung senkrecht zur Ebene der beiden sich kreuzenden Leiter vergrössert worden.

Weshalb die angegebene Massnahme den gewünschten Effekt bringt, soll im Nachfolgenden auch theoretisch erklärt werden. Man nehme an, es fliesse kein Fehlerstrom, sodass Φ_F null ist. Dann kann der magnetische Kreis, der Φ_h führt, so ausgelegt sein, dass ein Teil der Kreuzungszone in einem Zustand ist, den man magnetische Sättigung nennen kann. Man nehme an, es trete nun ein Fehlerstrom auf, der die Abschaltstromstärke hat, und die beiden magnetischen Kreise seien so dimensioniert, dass die vom Fehlerstrom bewirkte magnetische Spannung U_F zwischen den Flächen $F_{\phi_{FL}}$ und $F_{\phi_{FR}}$ den gleichen Wert in einer Anordnung nach Figur 1 wie in einer solchen nach Figur 2 hat. Dann ist in Figur 2 die von dem Fehlerstrom bewirkte, in Richtung des Leiters L_{ϕ_F} verlaufende magnetische Feldstärke H_F wesentlich grösser als in Figur 1. Durch diese zusätzlich aufgetretene Feldstärke H_F



ändert sich die Stärke der magnetischen Flussdichte nicht stark, da sich das magnetische Material ^{(einem Teil} in der Kreuzungszone sowieso schon vorher in gesättigtem Zustand befunden hatte. Es stellt sich aber eine neue Richtung der Flussdichte parallel zur Resultante der in dem jeweiligen Punkt wirksamen beiden magnetischen Feldstärken H_F und H_h ein, sodass die Komponente des magnetischen Flusses, der von $L_{\phi_{ho}}$ (2_o) nach $L_{\phi_{hu}}$ (2_u) gelangt in Figur 2 etwa auf ein Viertel absinkt. Dagegen haben in Figur 1 die beiden Feldstärken H_F und H_h weitgehend gleichen Wert. Die Resultante bildet mit L_h einen Winkel dessen Durchschnittswert bei 45 Grad liegt. Die in Richtung von L_{ϕ_h} noch wirksame Komponente ist daher nur um den Faktor $\sin 45^\circ = 0,7$ herabgesetzt, also um wesentlich weniger als in einer Anordnung gemäss Figur 2.

Zur Betätigung des Auslösers braucht man also gemäss Figur 2 weniger magnetische Spannung. Unter Umständen kann man ganz darauf verzichten, den Kern K als Spule mit mehr als einer Windung auszuführen. Jenachdem welche Ansprüche man bezüglich der zulässigen grössten Abmessungen eines Schutzschalters stellt, kann man also die Massnahme der vorliegenden Patentanmeldung anwenden und den in einer einzigen Windung eines magnetischen Leiters erzeugten Fluss direkt auf den Sperrmagnetauslöser leiten. Ausserdem kann die Massnahme auch auf einen Auslöser angewendet werden, dessen Kreuzungs-



zone in der Mitte ein kleines Loch senkrecht auf der Ebene der beiden Flussleiter (1) und (2) aufweist. Macht man dieses Loch grösser und die Flussleiter schmaler, so gelangt man schliesslich zu einer Form wie sie in Figur 5 der Patentanmeldung vom 02.09.1977 Nr. 78075, Luxemburg dargestellt ist.

In den vorausgegangenen Darlegungen ist die vereinfachende Hypothese zugrundegelegt, dass die Kraftlinien parallel gebündelt in der Kreuzungszone verlaufen. In Wirklichkeit weichen sie aber zum Teil aus dieser Zone aus, wie es in Figur 3 dargestellt ist. Dieses Ausweichen wird weitgehend unterbunden, wenn man wie in Figur 4 dargestellt, einen oder mehrere Schlitz(e) in dem Flussleiter $L_{\phi F}$ anbringt. Die Ebene dieser Schlitz(e) steht senkrecht auf der Ebene, in der sich die Flussleiter $L_{\phi F}$ und $L_{\phi h}$ kreuzen. Ausserdem ist sie parallel zum Fehlerstrommagnetflussleiter $L_{\phi F}$. Ein solcher Schlitz geht nicht bis in die Kreuzungszone hinein. So reicht der Schlitz (11) in Figur 4 von der Fläche $F_{\phi FL}$, die die Kreuzungszone nach links abgrenzt, bis zu dem weiter links gelegenen Punkt (12), der von $F_{\phi FL}$ aus gesehen in einer gewissen Mindestdiefe liegen soll, sodass eine Kraftlinie, welche in der Nähe von $F_{\phi ho}$ aus der Kreuzungszone austritt, einen weiten Umweg machen muss, bevor sie bei $F_{\phi hu}$ in den Leiter $L_{\phi hu}$ gelangt. Der aus der Kreuz-



zungszone ausweichende Auslöserankerhalt magnetfluss ϕ_h wird dadurch stark reduziert. Stellt man sich vor, die Schlitze seien über die ganze Länge des Leiters L_{ϕ_F} weitergeführt, bis dahin, wo der Leiter von der rechten Seite her auf die Fläche $F_{\phi_{FR}}$ stösst, so ist damit der Leiter L_{ϕ_F} in 4 Leiter aufgetrennt. Bekanntlich gilt für ein homogenes magnetisches Feld $H = \frac{U}{l}$, das heisst die magnetische Feldstärke H ist gleich der magnetischen Spannung U dividiert durch die Weglänge l . Wenn nun die vom Fehlerstrom i_F an den Grenzen der Kreuzungszone bewirkte Spannung U_F gleich ist der magnetischen Spannung U_h , welche von ϕ_h an den Grenzflächen der Kreuzungszone bewirkt wird, während die Weglänge der Kraftlinien für den Fluss ϕ_F viermal geringer ist als für den Fluss ϕ_h , so ist die von i_F hervorgerufene Feldstärke H_F viermal grösser als die vom Auslöserankerhalt magnetfluss bewirkte Feldstärke H_h .

Durch das Aufteilen des Leiters L_{ϕ_F} in vier Parallelleiterstücke (oder in vier fast ganz getrennte Parallelleiter), kann auch die Kreuzungszone als in vier Unterkreuzungszonen aufgeteilt betrachtet werden. Für den Fluss ϕ_h liegen diese in Serie, und es ist in jeder Unterkreuzungszone nur ein Viertel der Spannung U_h wirksam. Für den Fluss ϕ_F liegen diese Unterkreuzungszonen parallel, und es ist die ganze Spannung U_F in jeder Unterkreuzungszone wirksam.



Figur 5 zeigt eine weitere Ausführungsmöglichkeit. Bezeichnet man 5a als die Vorderansicht, so ist 5b die Ansicht auf die linke Seite. Die Figur 5c stellt die Draufsicht dar, die man erhält, indem man die Figur 5b um 90 Grad in Richtung zum Beobachter umlegt. Diese Ausführung kann man sich als aus Figur 4 hervorgegangen vorstellen : Die Zahl der Windungen des Fehlerstromflussleiters ist auf 1 herabgesetzt worden, und dieser Leiter ist auf seiner ganzen Länge, ausser in der Kreuzungszone, durch die drei Schlitze in 4 getrennte Leiter aufgeteilt worden. Die Herstellung eines solchen magnetischen Leitersystems erfordert keine Schweissung, wenn man als Ausgangsmaterial nahtloses Rohr verwendet. Das Rohr soll den in der Zeichnung angegebenen Aussendurchmesser D haben. Die lichte Weite soll d sein. Die drei Schlitze (31, 32, 33) werden mit einer Sägemaschine so eingeschnitten, dass jeder der dabei entstandenen Ringe (36, 37, 38, 39) noch durch einen schmalen Steg (41, 42, 43) mit den übrigen Ringen verbunden ist. In Verlängerung dieser Stegreihe wird noch ein schmaler Streifen von etwa 7 cm Länge (Masstab 1 : 1 vorausgesetzt) stehengelassen, der in Figur 5 a bei (44) sich nach unten erstrecken würde. Dieser wird unterhalb (44) zweimal rechtwinklig gebogen, so, dass die beiden Ecken (46) und (47) entstehen, und dabei die U-Form des Haltemagnetes resultiert. Die Leiter (R, S, T, Mp), welche der Verbraucheranlage die Netzenergie zuführen (auch betriebsstromführende Leiter genannt), sind durch die 4 Ringe



(36, 37, 38, 39) hindurchgeführt (nur in 5 b eingezeichnet). Letztere stellen die Fehlerstromflussleiter $L_{\phi F}$ dar. Der Auslöserankerhalttemagnetfluss verläuft vom Nordpol des Permanentmagnetes (30) über den in 5b linken Schenkel (25), den Anker (19), den rechten Schenkel (24) zum Südpol des Permanentmagnetes (30). Der Schenkel (24) besteht aus dem kreuzungszonenfreien unteren Teil, den Kreuzungszonen (26, 27, 28, 29), sowie den zwischen den Kreuzungszonen liegenden Verbindungsstegen (41, 42, 43), sowie dem kurzen oberen kreuzungszonenfreien Teil. Der für den Auslöserankerhalttemagnetfluss zur Verfügung stehende Querschnitt wird an drei Stellen durch die schmalen Verbindungsstege eingeengt (das Mass b ist ziemlich klein) und so einer starken Verdünnung der Kraftlinien (wie sie in Figur 3 gezeigt ist) entgegenwirkt. Die Sperrwirkung wird dadurch wesentlich verstärkt. Eine weitere Verbesserung der Sperrwirkung erreicht man, wenn man die in Figur 5b mit D_i bezeichnete Dicke der Ringe grösser wählt, wodurch, wie in Patentanspruch 3 angegeben, die Länge des kürzesten Weges des Auslöserankerhalttemagnetflusses innerhalb der Kreuzungszone gross wird im Verhältnis zur Länge des kürzesten Weges innerhalb der Kreuzungszone des Fehlerstrommagnetflusses. In der Figur 5a ist ersichtlich, dass die kürzeste Länge des Weges $w_{\phi h}$ des Auslöserankerhalttemagnetflusses gleich ist der Dicke D_i eines Ringes und dass die kürzeste Länge des



Weges $w_{\phi F}$ innerhalb der Kreuzungszone gleich ist der Breite b des beim Sägen stehengelassenen Verbindungssteiges.

Statt eines massiven Rohres kann man auch einen Rohrkörper verwenden, der aus mehreren (2, 3, 4 ..) ineinandergeschobenen Rohren besteht, die ohne Spiel eng ineinanderpassen. Beim Schlitzen erhält man dann mehrere konzentrische Ringe. Man kann sogar einen sogenannten Bandkern verwenden, der geometrisch ja auch ein Rohr darstellt. (Einen ^dBankern, genauer Ringbandkern, erhält man, wenn man ein Band von beispielsweise 0,1 mm Dicke und etwa 40 mm Breite auf einen Dorn von 12 mm Durchmesser zu einer Rolle aufwickelt, bis ein Durchmesser von etwa 17 mm erreicht ist. Der entstandene Rohrkörper hat dann 40 mm Länge, 17 mm Aussendurchmesser und 12 mm lichte Weite.) Zum Schlitzen eines solchen Körpers dürfte allerdings nur eine Funkenerosionsmaschine in Frage kommen, bei welcher ein Draht von etwa 0,2 mm das Schneidwerkzeug bildet. Zwischen diesem Draht und dem zu schneidenden Material werden elektrische Funken erzeugt, die das Material abtragen.

Nach einem bekannten Verpackungsverfahren, das bei endlos gelöteten Bandsägeblättern verwendet wird, ist es möglich, aus einer solchen Bandsäge von beispielsweise 6,28 m Länge, die einen Kreis von 2 m Durchmesser bilden



würde, einen Kranz herzustellen, der aus 3 Windungen besteht und einen Durchmesser von 0,66 m hat. Wählt man nun für D in Figur 5 ein circa fünf mal grösseres Mass, während die Wandstärke w_s des Ringes gleich bleibt, so ist es möglich durch geeignetes Biegen einen Ring zu formen, in welchem von jedem der 4 Ringe 3 Windungen enthalten sind. Dabei dürfte es vorteilhaft sein, vor dem Biegen die Ringe mit Hilfe eines Drahtes zu einem einzigen Ring zusammenzubündeln. (Der Draht würde in gleicher Weise angebracht, wie man normalerweise eine Spule über den ganzen Umfang eines Ringbandkernes wickelt). Dieses ringförmige Bündel wird nun als Ganzes gebogen und geformt, so zwar, dass der neue entstehende ringförmige Körper aus drei Windungen des Ringbündels besteht. Es liegen dann hauptsächlich magnetische Leiterstücke nebeneinander, die gleiches magnetisches Potential führen, und der Streufluss von einer Windung zu einer benachbarten wird geringer. Nach dem Formen kann der aufgewickelte Draht entfernt werden.

Durch Durchleiten von Gleichstrom oder Wechselstrom durch das magnetisch leitende Kernmaterial kann man dessen scheinbare Permeabilität verbessern, das heisst die Hystereseschleife wird schmaler. In Figur 5 würde man je einen Punkt eines Ringes, der nahe bei den Bezugszahlen 36, 37, 38 und 39 liegt, mit dem einen Ausgang einer Stromquelle verbinden und einen Punkt des Magnetischen, nahe beim Bezugszeichen 46, mit dem andern Ausgang dieser Stromquelle. Die erzeugte Feldstärke H



steht dann innerhalb eines Ringes senkrecht auf der von einem Fehlerstrom erzeugten Feldstärke H_F . Die zur Magnetisierung anisotropen Materials erforderliche Feldstärke in Vorzugsrichtung ist bei Vorhandensein einer zur Vorzugsrichtung senkrechten Feldstärke geringer. (Siehe Einführung in die theoretische Elektrotechnik, 10. Auflage Springer-Verlag von K. Küpfmüller 1973, Seite 252-253) Die Verwendung von anisotropem Material, das eine höhere Permeabilität in der Richtung hat, in welcher die von einem Fehlerstrom in einem Ring bewirkte magnetische Feldstärke verläuft, würde dann besonders vorteilhaft.

A handwritten signature in cursive script, likely belonging to the author or a reviewer, located at the bottom center of the page.

P A T E N T A N S P R Ü C H E

=====

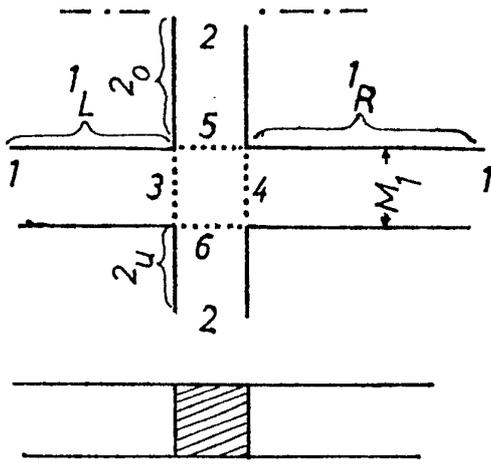
1. Fehlerstromschutzschalter zum Schutz des Menschen vor elektrischen Schlägen, mit einem Kern aus magnetisch leitendem Material, welcher einen magnetischen Leiter L_{ϕ_F} darstellt, der in einer oder zwei oder mehr Windungen mit den elektrischen Leitern verkettet ist, welche der Verbraucheranlage die elektrische Energie zuführen, gekennzeichnet dadurch, dass der Magnetfluss ϕ_h über einen Leiter L_{ϕ_h} (2) verläuft, in welchem sich eine oder 2 oder mehr Kreuzungszonen befinden, wo sich ein von einem Fehlerstrom in einem magnetischen Leiter L_{ϕ_F} (1) erzeugter Fluss ϕ_F mit dem Fluss ϕ_h kreuzt, wobei ϕ_h den Fluss darstellt, welcher von einem Permanentmagnet (30) hervorgerufen wird und welcher normalerweise einen zum Auslöser (18) gehörenden Anker (19) festhält und so die Abschaltung des Schutzschalters verhindert, wobei ϕ_F einen von einem Fehlerstrom hervorgerufenen magnetischen Fluss im Leiter L_{ϕ_F} (1) bezeichnet, wobei in der Kreuzungszone die Richtung D_h mit der Richtung D_F einen von 0 Grad merklich verschiedenen Winkel bildet, wobei vorzugsweise dieser Winkel gleich 90 Grad ist, wobei D_h die Richtung derjenigen



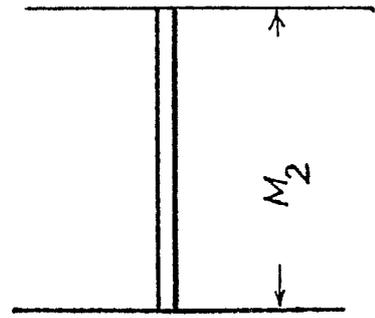
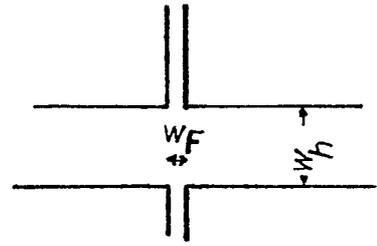
Kraftlinie des Flusses ϕ_h ist, welche die Kreuzungszone auf dem kürzesten Weg w_{ϕ_h} durchläuft, wobei, falls $\phi_h = 0$, die Richtung D_F die Richtung derjenigen Kraftlinie des Flusses ϕ_F ist, welche die Kreuzungszone auf dem kürzesten Weg w_{ϕ_F} durchläuft.

2. Fehlerstromschutzschalter gemäss Anspruch 1, gekennzeichnet dadurch, dass ausser dem Leiter L_{ϕ_F} ein oder zwei oder mehr solcher Fehlerstromflussleiter angeordnet sind, wobei jeder dieser Leiter mit dem Auslöserankerhalte magnetflussleiter L_{ϕ_h} eine Kreuzungszone der beschriebenen Art bildet.
3. Fehlerstromschutzschalter gemäss Anspruch 1 oder 2, gekennzeichnet dadurch, dass die Länge des Weges w_{ϕ_h} gross ist im Verhältnis zur Länge des Weges w_{ϕ_F} .

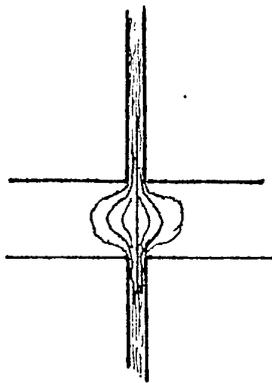




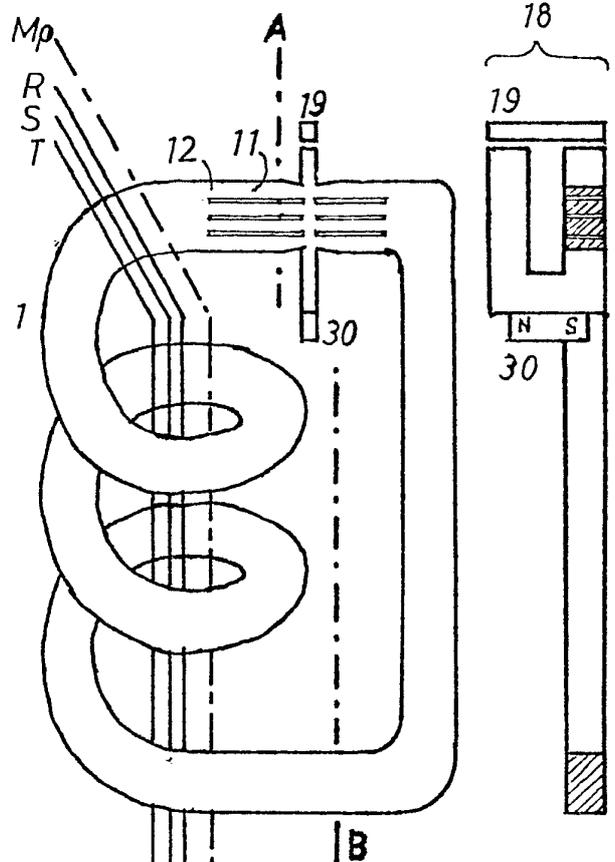
Figur 1



Figur 2

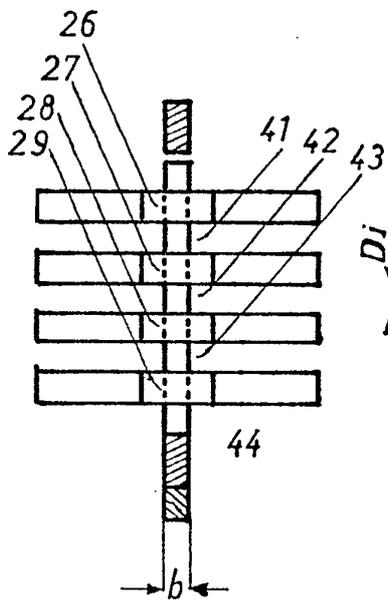


Figur 3

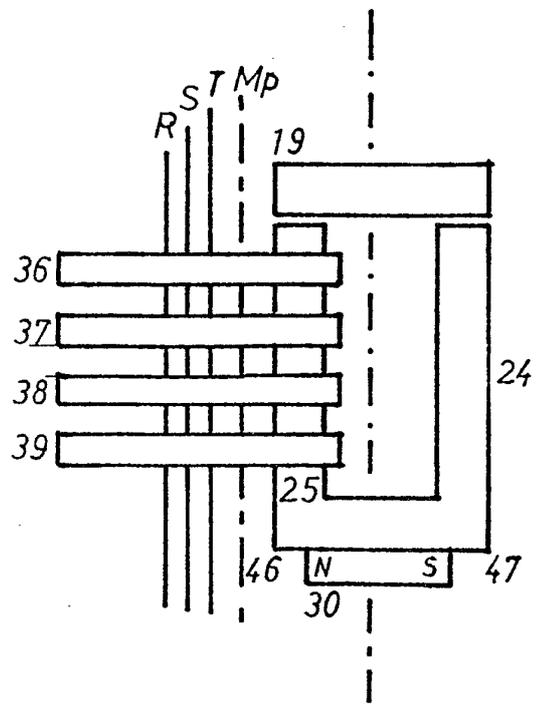


Figur 4

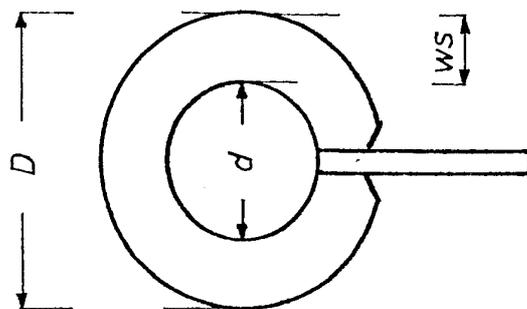
Handwritten signature or initials.



Figur 5 a



Figur 5 b



Figur 5 c

Stilfjörð