



(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) DD (11) 217 074 A1

4(51) H 01 H 33/66

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21)	WP H 01 H / 253 884 5	(22)	11.08.83	(44)	02.01.85
(71)	VEB „Otto Buchwitz“ Starkstrom-Anlagenbau Dresden, 8060 Dresden, Industriegelände, PSF 360, DD				
(72)	Fink, Harald, Dr.-Ing.; Böhme, Helmut, Prof. Dr. sc. techn., DD				
(54)	Verfahren und Anordnung insbesondere zur Lichtbogenformierung von Schaltkontaktoberflächen in Vakuum Schaltkammern				

(57) Die Erfindung bezieht sich auf die Formierung von Vakuumschaltkammern, insbesondere von Hochspannungs-Vakuumschaltern. Ziel und Aufgabe der Erfindung sind die Erhöhung des Isoliervermögens von Vakuumschaltkammern, die Verringerung des prüftechnischen Aufwandes sowie des Zeitaufwandes und eine gezielte wirksame Formierung der Schaltkontaktoberflächen. Nach dem erfindungsgemäßen Verfahren wird nach dem hermetischen Verschließen der Vakuumschaltkammer zwischen den geöffneten Kontakten ein Durchschlag eingeleitet, welcher das Fließen eines gedämpften hochfrequenten Lichtbogenstromes hervorruft, der in der Vakuumstrecke während eines hochfrequenten Stromnulldurchganges wieder gelöscht und anschließend wieder gezündet wird. Dieser Vorgang „Löschung – Wiederezündung“ wird so lange wiederholt, bis die endgültige Löschung des Lichtbogens eintritt, wobei dessen Ansatzpunkt von Halbwelle zu Halbwelle des hochfrequenten Lichtbogenstromes selbständig auf kritische Bereiche der Mikrostruktur der Schaltkontaktoberflächen gesteuert wird. Beide Schaltkontakte werden wechselseitig formiert. Die mit dem Lichtbogenstrom durch die Kammer fließende Ladung beträgt unabhängig von der Stromrichtung mindestens 0,05 As. Bei der erfindungsgemäßen Anordnung sind beide Schaltkontakte in einem L-C-Reihenschwingkreis angeordnet und entsprechend der Polarität wechselseitig als Anode und Katode gepolt. Fig. 1



(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) DD (11) 217 074 A1

4(51) H 01 H 33/66

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP H 01 H / 253 884 5

(22) 11.08.83

(44) 02.01.85

(71) VEB „Otto Buchwitz“ Starkstrom-Anlagenbau Dresden, 8060 Dresden, Industriegelände, PSF 360, DD

(72) Fink, Harald, Dr.-Ing.; Böhme, Helmut, Prof. Dr. sc. techn., DD

(54) Verfahren und Anordnung insbesondere zur Lichtbogenformierung von Schaltkontaktoberflächen in Vakuum-schaltkammern

(57) Die Erfindung bezieht sich auf die Formierung von Vakuumschaltkammern, insbesondere von Hochspannungs-Vakuumschaltern. Ziel und Aufgabe der Erfindung sind die Erhöhung des Isoliervermögens von Vakuumschaltkammern, die Verringerung des prüftechnischen Aufwandes sowie des Zeitaufwandes und eine gezielte wirksame Formierung der Schaltkontaktoberflächen. Nach dem erfindungsgemäßen Verfahren wird nach dem hermetischen Verschließen der Vakuumschaltkammer zwischen den geöffneten Kontakten ein Durchschlag eingeleitet, welcher das Fließen eines gedämpften hochfrequenten Lichtbogenstromes hervorruft, der in der Vakuumstrecke während eines hochfrequenten Stromnulldurchganges wieder gelöscht und anschließend wieder gezündet wird. Dieser Vorgang „Löschung – Wiederezündung“ wird so lange wiederholt, bis die endgültige Löschung des Lichtbogens eintritt, wobei dessen Ansatzpunkt von Halbwelle zu Halbwelle des hochfrequenten Lichtbogenstromes selbständig auf kritische Bereiche der Mikrostruktur der Schaltkontaktoberflächen gesteuert wird. Beide Schaltkontakte werden wechselseitig formiert. Die mit dem Lichtbogenstrom durch die Kammer fließende Ladung beträgt unabhängig von der Stromrichtung mindestens 0,05 As. Bei der erfindungsgemäßen Anordnung sind beide Schaltkontakte in einem L-C-Reihenschwingkreis angeordnet und entsprechend der Polarität wechselseitig als Anode und Katode gepolt. Fig. 1

ISSN 0433-6461

10 Seiten

Zur PS Nr. 217.074
ist eine Zweitschrift erschienen.

(Teilweise bestätigt gem. § 18 Abs. 1 d. Änd.Ges. z. Pat.Ges.)

Titel der Erfindung

Verfahren und Anordnung insbesondere zur Lichtbogenformierung von Schaltkontaktoberflächen in Vakuumschaltkammern

5 Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung bezieht sich auf elektrische Schalter, insbesondere auf Hochspannungs-Vakuumschalter und ist zur Lichtbogenformierung von Vakuumschaltkammern bestimmt.

10 Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Allgemein bekannt sind Formierungsverfahren, welche ausschließlich während des Evakuierungsvorganges, also vor dem endgültigen vakuumdichten Verschließen der Vakuumschaltkammer durchgeführt werden.

15 Dies sind Formierungsverfahren, bei denen die Vakuumschaltkammer thermisch durch Erhitzen oder elektrisch durch Entladungen formiert wird oder eine Kombination von thermischer und elektrischer Formierung angewendet wird. Demzufolge ist bekannt, die Formierung der Vakuumkammer durch thermisches

20 Aufheizen der gesamten Kammer, indirekte Widerstandserwärmung mit Heizdrahtwendeln, direkte Widerstandserwärmung infolge Strombelastung bei geschlossenen Schaltkontakten, gesteuerten Elektronenbeschuß der zu formierenden Kammerinnenteile oder durch das Zünden von Entladungen (Lichtbögen bei

25 Kontaktöffnung, Glimmentladungen oder wechselseitige Anwendung beider Entladungsarten) durchzuführen. Bei einigen elektrischen Formierungsverfahren erfolgt während oder nach der Formierung mit Entladungen eine Begasung bzw. Spülung der Innenteile der Vakuumschaltkammer mit chemisch aktiven

30 Gasen (Edelgase, Wasser- oder Sauerstoff), an die sich eine Evakuierung der Kammer anschließt.

Durch diese bekannten Formierungsverfahren werden großflächig Gasbedeckungen und Fremdschichten, die sich, zum Beispiel, auf Schaltkontaktstücken, -kontakten und Kondensationsschirmen befinden, gelöst und zwecks Vermeidung eines unzulässigen Anstieges des Innendruckes während des Betriebes der Vakuumschaltkammer ständig abgepumpt. Außerdem werden, insbesondere durch Entladungen, die Oberflächenstrukturen der Kammerinnenteile verändert.

Der Nachteil dieser bekannten Verfahren besteht darin, daß beim Formierungsprozeß, insbesondere durch Entladungen, während der Evakuierung die Veränderung der Oberflächenstruktur der Kammerinnenteile nicht gezielt erfolgt, sondern nur eine zufällige Veränderung der Schaltkontaktflächen herbeigeführt wird. Da aber das Isoliervermögen von Vakuumschaltkammern wesentlich von der Mikrogeometrie der Kontaktflächen, die durch mechanische und elektrische Belastungen bzw. Schalthandlungen verändert werden kann, beeinflußt wird, kann bei den bekannten Verfahren trotz ausreichend niedrigen Drucks eine Verminderung des Isoliervermögens infolge der Mikrostruktur der Schaltkontaktflächen auftreten.

Bekannt sind insbesondere Verfahren zur Formierung von Oberflächen, d. h. zur Veränderung der Mikrostruktur der Schaltkammerinnenteile mittels Durchschlägen mit nachfolgenden stromschwachen oder stromstarken Lichtbögen, welche als Durchschlag- oder Lichtbogenformierung bezeichnet werden.

Dementsprechend ist aus der DD-PS 149 589 ein Verfahren zur Erhöhung der Spannungsfestigkeit von Vakuumschaltkammern mittels Entladungen bekannt, bei dem die Schaltkontakte geschlossen werden, ein Erdpotential an die geschlossene Strombahn der Strombolzen und Schaltkontakte und ein Hochspannungspotential an den im Normalbetrieb auf freien Potential liegenden Kondensationsschirm gelegt wird und die angelegte Hochspannung (Wechsel-, Gleich- oder Impulsspannung) bis zum Durchschlag zwischen dem Kondensationsschirm und den Schaltkontakten gesteigert wird.

Nachteil dieses Verfahrens ist einerseits, daß durch das Schließen der Schaltkontakte deren Oberfläche nicht formiert wird, andererseits wäre für deren Formierung eine große An-

zahl "stromschwacher" Durchschläge erforderlich, wodurch ein erhöhter Prüfaufwand entsteht. Desweiteren ist nachteilig, daß aufgrund der Schaltkreisgestaltung kein stromstarker Lichtbogen erzeugt werden kann und bei bestimmten konstruktiven Ausführungen der Vakuumschaltkammer zusätzliche bauliche Veränderungen für die Zuführung des Hochspannungspotentials vorgenommen werden müßten.

Bekannt ist desweiteren ein Verfahren und eine Anordnung zur Bogenformierung innerer feststehender Bauteile eines evakuierten Vakuumentladungsgefäßes gemäß DD-PS 139 047, bei dem zwischen den Schaltkontakten der Vakuumschaltkammer durch Kontaktöffnung ein Lichtbogen gezündet wird. Der Lichtbogen erzeugt ein Metaldampfplasma, das den Raum zwischen den Schaltkontakten und dem zu formierenden feststehenden Bauteil (z. B. Kondensationsschirm) ausfüllt. Dieses Plasma schafft Bedingungen für die Zündung einer Entladung zwischen dem zu formierenden als Katode geschalteten Bauteil und den Schaltkontakten. Die Entladung wird durch das Zuschalten einer mit dem zu formierenden Bauteil verbundenen zusätzlichen Stromquelle oder durch Kurzschließen der Schaltkontakte mittels parallelen Schalters oder Zusammenführen der Schaltkontakte eingeleitet. Die Anordnung zur Durchführung dieses bekannten Verfahrens, bei der zur Einleitung der Bogenentladung die Schaltkontakte in einem Stromkreis mit einem Vorwiderstand, einem Schalter und einer Stromquelle geschaltet sind, enthält einen Parallelstromkreis, bei dem die zu formierenden feststehenden Bauteile über einen Vorwiderstand an den negativen Pol der Stromquelle oder einer zweiten Stromquelle, die dann mit ihrem positiven Pol mit einer der Schaltelektroden verbunden ist, geschaltet sind, wobei die an den Bauteilen anliegende Spannung höher ist als die Brennspannung zwischen den Schaltelektroden.

Die Nachteile dieses Verfahrens bestehen darin, daß die als Anode wirkenden Schaltkontakte nicht durch den Lichtbogen, der zwischen dem feststehenden Bauteil und den Schaltkontakten gezündet wird, formiert werden und durch Schaltungen der Kontakte, insbesondere beim stromlosen Öffnen, ausgeprägte Mikrostrukturen entstehen, welche Isolationsmindernd wirken.

Bei Anwendung dieses Verfahrens wäre zum Abtragen aller ausgeprägten Mikrounebenheiten auf der gesamten Schaltkontaktoberfläche durch den bei Kontaktöffnung entstehenden Lichtbogen ein mehrmaliges Wiederholen der Lichtbogenzündung mit
5 relativ hohen Lichtbogenströmen und relativ langer Lichtbogenbrenndauer notwendig, wodurch einerseits eine zu starke Kontakterosion auftreten kann und andererseits ein zu hoher prüftechnischer Aufwand entsteht.

Außerdem ist nachteilig, daß die Anordnung zur Durchführung
10 des o. g. Verfahrens zur Bogenformierung zusätzliche Anschlußvorrichtungen am Kondensationsschirm der Vakuumkammer erfordert.

Ziel der Erfindung

15 Das Ziel der Erfindung besteht darin, das Isoliervermögen der Vakuumschaltkammer zu erhöhen, den prüftechnischen Aufwand sowie den Zeitaufwand für die Durchführung des Verfahrens zu verringern sowie zusätzliche Anschlußvorrichtungen und bauliche Veränderungen an der Vakuumkammer zu vermeiden.

20

Darlegung des Wesens der Erfindung

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Anordnung zur Lichtbogenformierung insbesondere von Schaltkontaktoberflächen zu schaffen, welche eine gezielte wirksame Formierung
25 der Schaltkontaktoberflächen ermöglichen und die Neubildung von ausgeprägten Mikrospitzen sowie eine starke Kontakterosion vermeiden.

Die Aufgabe wird dadurch gelöst, daß bei dem erfindungsgemäßen Verfahren nach dem hermetischen Verschließen der Vakuum-
30 schaltkammer zwischen den geöffneten Schaltkontakten ein Durchschlag eingeleitet wird, welcher das Fließen eines gedämpften hochfrequenten Lichtbogenstromes hervorruft, der in der Vakuumstrecke während eines hochfrequenten Stromnulldurchganges wieder gelöscht und anschließend wieder gezündet wird,
35 daß der Vorgang "Löschung - Wiederezündung" so lange wiederholt wird, bis die endgültige Löschung des Lichtbogens eintritt, wobei der Ansatzpunkt des Lichtbogens von Halbwelle zu Halbwelle des hochfrequenten Lichtbogenstromes selbständig

auf kritische Stellen der Mikrostruktur der Schaltkontakt-
oberflächen gesteuert wird, und daß beide Schaltkontakte
wechselseitig formiert werden. Eine mit dem Lichtbogenstrom
durch die Kammer fließende Ladung beträgt unabhängig von der
5 Stromrichtung mindestens 0,05 As.

Bei der Anordnung zur Durchführung des Verfahrens zur Licht-
bogenformierung von Schaltkontaktflächen sind beide
Schaltkontakte in einem L-C-Reihenschwingkreis angeordnet und
entsprechend der Polarität des hochfrequenten Lichtbogenstro-
10 mes sind die Schaltkontakte wechselseitig als Anode und Kato-
de gepolt.

Ein im L-C-Reihenschwingkreis angeordneter Schalter ist vor-
zugsweise als triggerbare Funkenstrecke ausgebildet.

15 Ausführungsbeispiel

Die Erfindung wird nachfolgend an einem Ausführungsbeispiel
näher erläutert. Die dazugehörigen Zeichnungen zeigen:

Fig. 1 die Anordnung zur Durchführung des Verfahrens zur
Lichtbogenformierung von Schaltkontaktflächen,

20 Fig. 2 den Bereich für die Lichtbogenformierung (F).

Gemäß Fig. 1 ist eine Vakuumschaltkammer 1, deren Kondensa-
tionsschirm 2 wie im Netzbetrieb auf freiem Potential liegt
und deren beweglicher und feststehender Kontakt 3, 4 sich im
geöffneten Zustand befinden und in einem Schaltkreis ange-
25 ordnet sind, dargestellt. Dieser Schaltkreis ist ein einfa-
cher L-C-Reihenschwingkreis, in dem der feststehende Kontakt 4
über einen Schalter 5 mit einer Induktivität L und einer Ka-
pazität C verbunden ist, wobei der Schalter 5 vorzugsweise
als triggerbare Funkenstrecke ausgebildet ist, und der beweg-
30 liche Kontakt 3 an die Kapazität C angeschlossen ist. Beide
Schaltkontakte 3, 4 sind entsprechend der Polarität des hoch-
frequenten Lichtbogenstromes wechselseitig als Anode und Ka-
tode ausgebildet, wodurch ein zusätzliches Umpolen, z. B. der
Polarität der Spannungsquelle, entfällt.

35 Die Lichtbogenformierung der Kontaktflächen erfolgt nach
dem hermetischen Verschließen der Vakuumschaltkammer 1. Zwi-
schen den sich im geöffneten Zustand befindlichen Schaltkon-
takten 3, 4, deren Abstand so bemessen ist, daß ein Durch-

schlag, aber kein Übersschlag in dem die Vakuumschaltkammer umgebenden Medium entsteht, wird ein Durchschlag durch das Zuschalten des L-C-Reihenschwingkreises eingeleitet, indem die Kapazität C auf eine Gleichspannung U beliebiger Polari-
5 tät aufgeladen und anschließend der Schalter 5 geschlossen wird. Mit dem Durchschlag beginnt ein gedämpfter hochfrequenter Lichtbogenstrom zu fließen, der durch das Zusammenwirken der Induktivität L und der Kapazität C hervorgerufen wird. Im Fußpunkt des Lichtbogens auf der Katode erfolgt eine
10 Aufschmelzung und Formierung der Oberfläche des betreffenden Schaltkontaktes 3, 4, d. h. eine Beseitigung der Mikrospitzen. Während eines darauffolgenden hochfrequenten Stromnulldurchganges wird der Lichtbogen in der geöffneten Vakuum-Schaltstrecke kurzzeitig gelöscht und wieder gezündet, d. h. der
15 Lichtbogenstrom beginnt erneut zu fließen und der Lichtbogen trägt weitere Mikrospitzen von der Oberfläche des als Katode gepolten Schaltkontaktes 3, 4 ab. Dieser Vorgang "Wiederzündung - Lichtbogenstromfluß bis zum nächsten hochfrequenten Stromnulldurchgang - Löschung - Wiederzündung" wiederholt
20 sich so lange, bis die endgültige Löschung des Lichtbogens ohne Wiederzündung eintritt.

Dementsprechend wird mit einem einzigen Durchschlag, der das Fließen des hochfrequenten Lichtbogenstromes einleitet, eine größere Anzahl von Wiederzündungen erreicht, wobei in der
25 Vakuumschaltkammer 1 der Ansatzpunkt des hochfrequenten Lichtbogens bzw. der Brennfleck auf der Schaltkontaktoberfläche nach der Zündung von Halbwelle zu Halbwelle des sinusförmigen hochfrequenten Lichtbogenstromes selbständig auf die kritischen Stellen der Mikrostruktur, d. h. auf die ausgeprägten
30 Mikrospitzen gesteuert wird. Dadurch werden mit der Formierung nacheinander, von Wiederzündung zu Wiederzündung, gezielt die kritischen Bereiche auf der Oberfläche der Schaltkontakte 3, 4 beseitigt.

Der gedämpfte hochfrequente Lichtbogenstrom wird durch ein
35 Strom-Zeit-Integral (Fig. 2), d. h. einer Ladung von mindestens 0,05 As charakterisiert, wobei Amplitude $\hat{i}$ und Frequenz f des hochfrequenten Lichtbogenstromes durch die Parameter des L-C-Reihenschwingkreises bestimmt werden. Diese

Parameter haben vorzugsweise folgende Werte: Ladespannung der Kapazität $U \sim 100$ kV, Kapazität $C = 100 \dots 1000$ nF, Induktivität $L = 50 \dots 400 \mu\text{H}$.

Demnach gilt für die Bestimmung der Amplitude $\hat{i}$ und Frequenz f

5
$$\hat{i} = U / \sqrt{L/C}, \quad f = 1/2\pi \sqrt{LC}$$

und für die Bestimmung des Strom-Zeit-Integrals einer ungedämpften Halbwelle des sinusförmigen hochfrequenten Lichtbogenstromes $\int i(t) dt = \hat{i} / \pi f \geq 0,05$ As.

Das erfindungsgemäße Verfahren ist außer für das beschriebene
10 vorzugsweise Ausführungsbeispiel auch für die Lichtbogenformierung anderer Schaltkammerinnenteile, z. B. des Kondensations-
schirmes anwendbar.

Die erfindungsgemäße Lichtbogenformierung und die zur Durchführung des Verfahrens beschriebene Anordnung gewährleisten
15 die Erfüllung der eingangs genannten Ziele und Aufgaben.

Erfindungsanspruch

1. Verfahren zur Lichtbogenformierung insbesondere von Schalt-
kontaktoberflächen in einer Vakuumschaltkammer gekennzeichnet
5 net dadurch, daß nach dem hermetischen Verschließen der
Vakuumschaltkammer zwischen den geöffneten Schaltkontakten
ein Durchschlag eingeleitet wird, welcher das Fließen ei-
nes gedämpften hochfrequenten Lichtbogenstromes hervorruft,
der in der Vakuumstrecke während eines hochfrequenten
10 Stromnulldurchganges wieder gelöscht und anschließend wie-
der gezündet wird, daß der Vorgang "Löschung - Wiederzün-
dung" so lange wiederholt wird, bis die endgültige Löschung
des Lichtbogens eintritt, wobei der Ansatzpunkt des Licht-
bogens von Halbwelle zu Halbwelle des hochfrequenten Licht-
15 bogenstromes selbständig auf kritische Bereiche der Mikro-
struktur der Schaltkontaktoberflächen gesteuert wird, und
daß beide Schaltkontakte wechselseitig formiert werden.
2. Verfahren zur Lichtbogenformierung nach Punkt 1, gekenn-
20 zeichnet dadurch, daß eine mit dem Lichtbogenstrom durch
die Kammer fließende Ladung unabhängig von der Stromrich-
tung mindestens 0,05 As beträgt.
3. Anordnung zur Durchführung des Verfahrens zur Lichtbogen-
25 formierung von Schaltkontaktoberflächen, bei der beide
Schaltkontakte in einen Schaltkreis einbezogen sind, ge-
kennzeichnet dadurch, daß beide Schaltkontakte in einem
L-C-Reihenschwingkreis angeordnet sind und daß entspre-
chend der Polarität des hochfrequenten Lichtbogenstromes
30 die Schaltkontakte wechselseitig als Anode und Katode ge-
polt sind.
4. Anordnung zur Durchführung des Verfahrens zur Lichtbogen-
formierung nach Punkt 3, gekennzeichnet dadurch, daß ein
35 im L-C-Reihenschwingkreis angeordneter Schalter vorzugs-
weise als triggerbare Funkenstrecke ausgebildet ist.

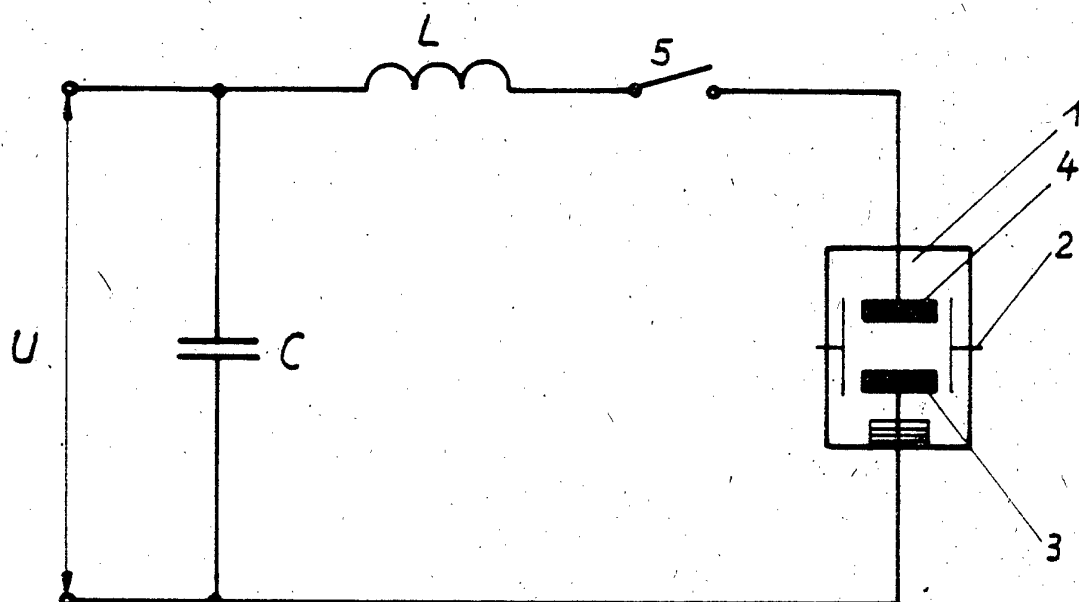


Fig. 1

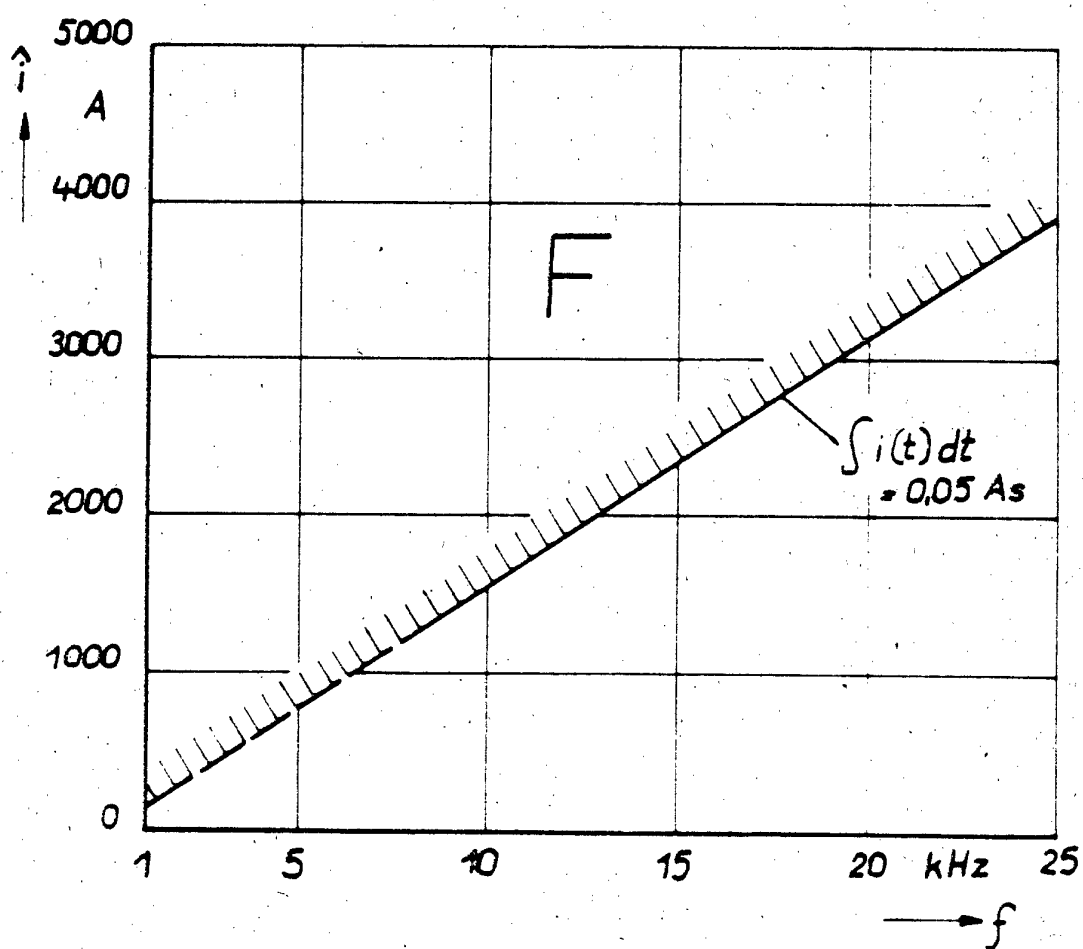


Fig. 2