

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 381 127 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

14.01.2004 Patentblatt 2004/03(51) Int Cl.7: **H01T 4/16, H01T 2/02**(21) Anmeldenummer: **03001847.7**(22) Anmeldetag: **29.01.2003**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IT LI LU MC NL PT SE SI SK TR**

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL LT LV MK RO(30) Priorität: **09.07.2002 DE 10230827**(71) Anmelder: **OBO Bettermann GmbH & Co. KG.
58710 Menden (DE)**

(72) Erfinder:

- **Meppelink, Jan, Prof. Dr.-Ing.
59494 Soest (DE)**

• **Benzin, Michael****59494 Soest (DE)**• **Trinkwald, Jürgen****58708 Menden (DE)**(74) Vertreter: **Patentanwälte****Dipl.-Ing. Conrad Köchling Dipl.-Ing.****Conrad-Joachim Köchling****Fleyer Strasse 135****58097 Hagen (DE)**(54) **Blitzstromtragfähige Funkenstrecke**

(57) Um eine blitzstromtragfähige Mehrfachfunkenstrecke mit mehreren in Reihe geschalteten Teilfunkenstrecken wobei die Teilfunkenstrecken (FS) mit Ausnahme der im Blitzstromereignisfall ersten ansprechenden Funkenstrecke (FS1) durch Impedanzen (C2-CN) beschaltet sind, so dass sie sukzessive durchschalten, wobei die zweite und die weiteren Funkenstrecken (FS2-FSN) über die Impedanzen direkt an ein gemeinsames Bezugspotential, zu schaffen, bei der die Ansprechspannung reduziert wird, wird vorgeschlagen, dass mindestens an die Elektroden einer der Teilfunkenstrecken (FS1-FSN) eine Triggerspannung angelegt ist, mittels derer die Teilfunkenstrecke zum Durchschalten gebracht wird.

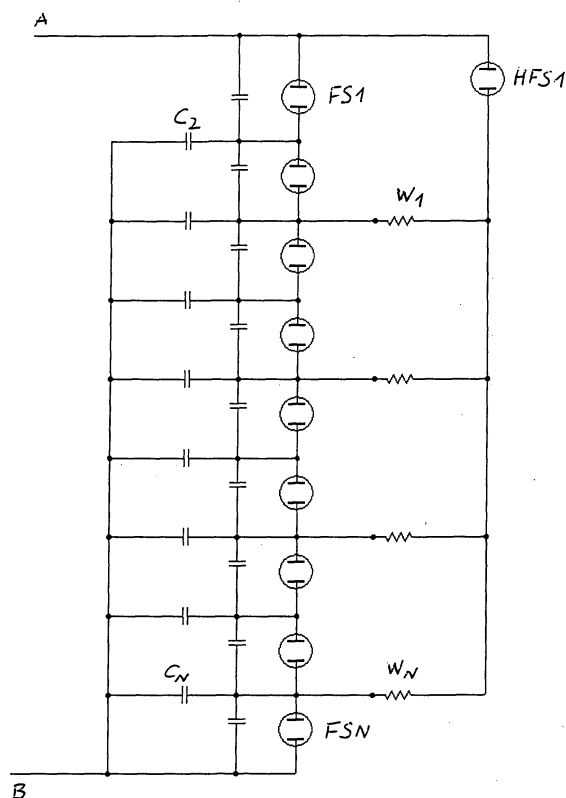


Fig. 2

EP 1 381 127 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine blitzstromtragfähige Funkenstrecke mit mehreren in Reihe geschalteten Funkenstrecken, wobei die Funkenstrecke aus n-Teilfunkenstrecken besteht, deren Lichtbogenbrennspannung durch Reihenschaltung der Teilfunkenstrecken auf den n-fachen Wert der Lichtbogenbrennspannung einer Teilfunkenstrecke gebracht ist, wobei die Teilfunkenstrecken mit Ausnahme der im Blitzstromereignisfall ersten ansprechenden Funkenstrecke durch Impedanzen beschaltet sind, so dass sie sukzessive durchschalten, wobei die zweite und die weiteren Funkenstrecken über die Impedanzen direkt an ein gemeinsames Bezugspotential, insbesondere an die freie Elektrode der letzten Funkenstrecke als Bezugselektrode gelegt sind, wobei ferner die Impedanzen vorzugsweise durch Kapazitäten gebildet sind.

[0002] Eine derartige Funkenstrecke ist aus der DE 197 42 302 A1 sowie der DE 197 55 082 A1 bekannt.

[0003] Solche Blitzstromableiter mit Mehrfachfunkenstrecke haben sich in der Praxis bewährt, jedoch ergeben sich bei der Anwendung einige Nachteile.

[0004] Die Ansprechspannung kann nämlich bei Mehrfachfunkenstrecken nicht beliebig klein eingestellt werden. Der Grund hierfür ist das sukzessive Durchzünden der einzelnen Teilfunkenstrecken der Mehrfachfunkenstrecke und die nach unten begrenzte Einstellung der Schlagweite der Teilfunkenstrecken der Mehrfachfunkenstrecke. Zudem ist die Abhängigkeit der Ansprechspannung von der Spannungsteilheit der anliegenden Spannung (auch als Stoßkennlinie bekannt) durch den Entladeverzug der Teilfunkenstrecken der Mehrfachfunkenstrecke bedingt.

[0005] Ausgehend von diesem Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, einen Blitzstromleiter gattungsgemäßer Art derart zu verbessern, dass die Ansprechspannung reduziert wird.

[0006] Die Lösung ist in den Patentansprüchen angegeben.

[0007] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Figuren 2 bis 13 gezeigt und nachstehend näher erläutert.

[0008] In Figur 1 ist eine Funkenstrecke gemäß Stand der Technik gezeigt.

[0009] Die in Figur 1 gezeigte Schaltung gemäß Stand der Technik weist eine Mehrfachfunkenstrecke mit einer Vielzahl von in Reihe geschalteten Funkenstrecken FS1 bis FSN auf. Die Teilfunkenstrecken sind mit Ausnahme der im Blitzstromereignisfall ersten ansprechenden Funkenstrecke FS1 durch Impedanzen C2 bis CN beschaltet, so dass sie sukzessive durchschalten. Die zweite und die weiteren Funkenstrecken sind über die Impedanzen direkt an ein gemeinsames Bezugspotential B, beispielsweise an die freie Elektrode der letzten Funkenstrecke FSN als Bezugselektrode gelegt. Die Impedanzen C2 bis CN sind vorzugsweise durch Kapazitäten in Form von Kondensatoren gebildet.

Parallel zu jeder Funkenstrecke ist noch eine Parallelkapazität CP1 bis CPN angegeben. Bei diesen Parallelkapazitäten handelt es sich um die Eigenkapazität jeder Funkenstrecke. Bei A ist der Anschluss der Funkenstrecke an einen Leiter eines Stromversorgungsnetzes oder dergleichen zu schützenden Leiter angegeben. Sofern eine solche Funkenstrecke zum Zwecke der Simulation des Ansprechverhaltens an einen Hybridgenerator angeschlossen wird, der üblicherweise zur Verifikation der Performance eines Blitzstromableiters verwendet wird, ergibt sich folgendes Bild. Der Hybridgenerator liefert im Leerlauf eine Blitzstoßspannung von 1,2/50 μ s und bei durchgeschalteter Funkenstrecke einen Stoßstrom der Form 8/20 μ s. Bei Anschluss des Hybridgenerators an die Funkenstrecke zeigt sich das sukzessive Ansprechen der Teilfunkenstrecke der Mehrfachfunkenstrecke. Nach dem vollständigen Durchzünden aller Teilfunkenstrecken der Mehrfachfunkenstrecke stellt sich an der Mehrfachfunkenstrecke der aus Anoden- und Kathodenfall aller Teilfunkenstrecken der Mehrfachfunkenstrecke gebildete Spannungsfall ein. Der Stromfluss durch die Mehrfachfunkenstrecke beginnt bereits bei der ersten Zündung der ersten Teilfunkenstrecke und ist durch die kapazitive Steuerung bestimmt. Der eigentliche Stoßstrom beginnt mit dem Durchzünden der gesamten Mehrfachfunkenstrecke.

[0010] Die Ansprechspannung einer Mehrfachfunkenstrecke kann durch eine kleinere Schlagweite der Teilfunkenstrecken bis zu einer unteren Grenze reduziert werden, die durch die Toleranzen bei der Herstellung gegeben ist. Als Nebenbedingung ist dabei zu beachten, dass ein Blitzstromableiter ständig an der Netzspannung am Einbauort liegt und daher für die entsprechend vorgesehene Prüfwechselspannung ausgelegt werden muss.

[0011] Die Erfindung schlägt einen neuen Weg zur Absenkung der Ansprechspannung vor. Der Kern der Erfindung besteht darin, dass mindestens eine, vorzugsweise alle Teilfunkenstrecken der Mehrfachfunkenstrecke durch Anlegen einer Triggerspannung an die Elektroden der Teilfunkenstrecken zum Durchschalten gebracht wird. Durch die entsprechende Triggerung kann die Ansprechspannung nahezu beliebig klein eingestellt werden, was für die Funktion der Mehrfachfunkenstrecke äußerst vorteilhaft ist.

[0012] In den Patentansprüchen 2 bis 13 sind teils nebengeordnete Lösungen angegeben, die auf dem Prinzip gemäß Anspruch 1 beruhen.

[0013] In Figur 2 ist eine erste Realisierung der Erfindung gezeigt. Hierbei wird die Triggerspannung mit Hilfe einer parallel zur Mehrfachfunkenstrecke geschalteten Hilfsfunkenstrecke erzeugt, deren Ansprechspannung kleiner als die Ansprechspannung einer Teilfunkenstrecke der Mehrfachfunkenstrecke ist und eine flache Stoßkennlinie aufweist. Bei dem Schaltungsprinzip nach Figur 2 erfolgt die Triggerung durch eine Hilfsfunkenstrecke HFS1 und Anschluss von Teilfunkenstrecken FS1 bis FSN über ein passives Netzwerk aus Wi-

derständen W_1 bis W_N . Simuliert man bei einer solchen Schaltungsanordnung das Verhalten im Vergleich zu einer ungetriggerten Mehrfachfunkenstrecke an einem Hybridgenerator, so ist festzustellen, dass die Hilfsfunkenstrecke HFS1 auf eine Ansprechspannung weit unterhalb der Ansprechspannung der Teilfunkenstrecken FS1 bis FSN eingestellt ist. Da diese Hilfsfunkenstrecke HFS1 jedoch keinen Blitzstrom führen muss, kann eine bekannte Edelgas gefüllte Funkenstrecke verwendet werden, die sich durch eine geringe Ansprechblitzstoßspannung von 700 Volt und eine flach verlaufende Stoßkennlinie auszeichnet. Nach dem Zünden der Hilfsfunkenstrecke HFS1 wird über die Strombegrenzungswiderstände W_1 bis W_N ein Spannungsimpuls gleichzeitig an die angeschlossenen Teilfunkenstrecken FS1 bis FSN geschaltet. Zwischen den Spannungsanschlüssen liegen immer zwei Teilfunkenstrecken FS. An der letzten Teilfunkenstrecke FSN, die gegen Bezugspotential oder Erdpotential geschaltet ist, liegt ebenfalls der Spannungsimpuls an. Die Steuerkondensatoren C2 bis CN werden über die Strombegrenzungswiderstände W_1 bis W_N aufgeladen.

[0014] Hierdurch verlangsamt sich der Spannungsanstieg etwas. Zudem wird hierdurch aber das Durchzündverhalten aufgrund der Stoßkennlinie der Teilfunkenstrecken FS1 bis FSN günstiger, was sich in einer geringeren Ansprechspannung zeigt. Dieser Effekt ist auch dadurch zu erkennen, dass hieraus eine größere Durchzündzeit der Mehrfachfunkenstrecke resultiert. Die Strombegrenzungswiderstände können so eingestellt werden, dass der Blitzstrom nicht über die Hilfsfunkenstrecke HFS1 fließt, sondern durch alle Teilfunkenstrecken FS1 bis FSN der Mehrfachfunkenstrecke.

[0015] In Figur 3 ist die Schaltung nach Figur 2 durch die zusätzliche Einschaltung eines Varistors oder mehrerer Varistoren V_1, V_2 ergänzt. Die Schaltung mehrerer Varistoren in Serienschaltung verringert die in der Serienschaltung wirksame Kapazität der Varistoren und wirkt sich demzufolge vorteilhaft auf die Spannungsverteilung bei Wechselspannung, insbesondere bei Prüfwechselspannung aus.

[0016] In Figur 4 ist eine Variante einer entsprechenden Schaltung gezeigt. Hierbei wird ein elektronischer Schwellwertschalter, vorzugsweise ein Schmitt-Trigger eingesetzt, der bei einem frei wählbaren Spannungswert den Schalttransistor T durchschaltet. Dadurch ist es möglich, auch Spannungen unterhalb der bei edelgasgefüllten Funkenstrecken gegebenen Grenze von etwa 700 Volt zu schalten und die nachteiligen Wirkungen der Stoßkennlinie einer edelgasgefüllten Funkenstrecke zu vermeiden. Analog der Ausführungsform nach Figur 2 und 3 sind auch hierbei wieder Strombegrenzungswiderstände und Steuerkapazitäten vorgesehen.

[0017] In Figur 5 ist eine Weiterbildung dieser Schaltung gezeigt, wobei wiederum mehrere Varistoren V_1, V_2 eingeschaltet sind, wie in Figur 5 ersichtlich. Die Verwendung mehrerer Varistoren in Serienschaltung ver-

ringert die in der Serienschaltung wirksame Kapazität der Varistoren und wirkt sich daher vorteilhaft auf die Spannungsverteilung bei Wechselspannung, insbesondere bei Prüfwechselspannung aus.

[0018] Bei den Ausführungsformen nach Figur 4 und 5 erfolgt also eine Triggerung durch eine Anordnung eines Schwellwertschalters SW und eines Schalttransistors T über ein passives Netzwerk aus Widerständen (Strombegrenzungswiderständen).

[0019] Bei dem Ausführungsbeispiel, welches in Figur 6 dargestellt ist, erfolgt die Triggerung durch eine Hilfsfunkenstrecke HFS1 mit Impulstransformator TRA und Anschluss von Teilfunkenstrecken über ein passives Netzwerk aus Widerständen (Strombegrenzungswiderständen).

[0020] In Figur 6 ist eine Schaltung mit einer Hilfsfunkenstrecke HFS1 gezeigt, deren Funktion bereits am Ausführungsbeispiel gemäß Figur 2 erläutert wurde. Die Hilfsfunkenstrecke HFS1 ist hierbei in Serie mit einem Transformator TRA zur Erzeugung eines höheren Spannungsimpulses zur Triggerung der Teilfunkenstrecken FS1 bis FSN der Mehrfachfunkenstrecke geschaltet. Der Serienwiderstand im Zweig der Primärwicklung (in der Zeichnung oben rechts) des Transformators TRA dient zur Strombegrenzung und damit zum Schutz des Transformators. Die Sekundärspannung der Sekundärwicklung (in der Zeichnung oben linke Wicklung) liegt in gleicher Weise wie bei den anderen Ausführungsbeispielen beschrieben, an den Teilfunkenstrecken FS1 bis FSN der Mehrfachfunkenstrecke an. Der Transformator TRA ist so geschaltet, dass die Polarität umgekehrt wird. Dies bedeutet, dass beim Zünden der Hilfsfunkenstrecke HFS1 bei einer positiven Spannung am Ausgang der Sekundärseite des Transformators TRA gegenüber Bezugspotential oder Erdpotential eine negative Spannung anliegt, die sich entsprechend vorteilhaft auf das Durchzünden der Teilfunkenstrecken der Mehrfachfunkenstrecke auswirkt.

[0021] In Figur 7 ist in Weiterbildung die Triggerung durch eine Hilfsfunkenstrecke HFS1 mit mehreren Impulstransformatoren TR1 bis TRN und Anschluss von Teilfunkenstrecken FS1 bis FSN über ein passives Netzwerk aus Widerständen W_1 bis W_N (Strombegrenzungswiderstände) gezeigt. Hierbei sind die Transformatoren TR1 bis TRN mit Ausnahme der ersten Teilfunkenstrecke FS1 an jeder Teilfunkenstrecke der Mehrfachfunkenstrecke angeordnet. Auch hier sind die Transformatoren TR1 bis TRN so geschaltet, dass die Polarität umgekehrt wird, das heißt beim Zünden der Hilfsfunkenstrecke HFS1 bei einer positiven Spannung liegt am Ausgang der Sekundärseite der Transformatoren TR1 bis TRN gegenüber Bezugspotential beziehungsweise Erdpotential eine negative Spannung an. Zwischen Hilfsfunkenstrecke HFS1 und dem Netzwerk von Transformatoren TR1 bis TRN ist noch ein Strombegrenzungswiderstand eingeschaltet.

[0022] Eine weitere mögliche Schaltungsanordnung ist in Figur 8 gezeigt. Hierbei erfolgt die Triggerung

durch Hilfsfunkenstrecken HFS1 und HFS2 mit Erzeugung einer schwingenden Stossspannung und Anschluss von Teilfunkenstrecken FS1 bis FSN über ein passives Netzwerk aus Widerständen (Strombegrenzungswiderständen).

[0023] In Figur 8 ist eine entsprechende Schaltung mit zwei Hilfsfunkenstrecken HFS1 und HFS2 gezeigt, die zur Erzeugung eines höheren Spannungsimpulses zur Triggerung der Teilfunkenstrecken FS1 bis FSN der Mehrfachfunkenstrecke dienen. Die anliegende Stromspannung an der Mehrfachfunkenstrecke zündet zunächst die Hilfsfunkenstrecke HFS1, die den Kondensator C_S auflädt, bis die Zündspannung der Hilfsfunkenstrecke HFS2 erreicht ist. Dabei zündet die Hilfsfunkenstrecke HFS2 und schaltet den geladenen Kondensator C_S über die Spule der Induktivität L auf den Kondensator C_B , an dem etwa die doppelte Spannung des Kondensators C_S auftritt. Dadurch verbessert sich aufgrund der höheren Triggerspannung das Zündverhalten gegenüber der Schaltung beispielsweise nach Figur 2.

[0024] In diesem Schwingkreis weist der Kondensator C_S etwa die 10-fache Kapazität des Kondensators C_B auf.

[0025] Bei der Schaltungsanordnung nach Figur 9 kann auf die zweite Hilfsfunkenstrecke und den Kondensator C_S verzichtet werden.

[0026] Analog kann auch bei der Schaltung gemäß Figur 8 und Figur 9 ein Schmitt-Trigger als Schwellwertschalter eingesetzt werden, der bei einem frei wählbaren Spannungswert den Schalttransistor durchschaltet, wodurch es möglich ist, auch Spannungen unterhalb der bei edelgasgefüllten Funkenstrecken gegebenen Grenze von etwa 700 Volt zu schalten und die nachteiligen Wirkungen der Stoßkennlinie einer edelgasgefüllten Funkenstrecke zu vermeiden.

[0027] Analog der Schaltung nach Figur 7 ist gemäß Figur 10 eine Anordnung von Transformatoren TR1 bis TRN vorgesehen, wobei die Triggerspannung jeweils an metallische Elektroden innerhalb der Isolierung zwischen den Elektroden einer jeden Teilfunkenstrecke FS1 bis FSN der Mehrfachfunkenstrecke angelegt wird. In Figur 11 ist ein Beispiel für eine ähnliche Triggerschaltung mit Anschluss über Widerstände W_1 bis W_N an die metallische Elektrode innerhalb der Isolierung zwischen den Elektroden jeder Teilfunkenstrecken FS1 bis FSN der Mehrfachfunkenstrecke gezeigt.

[0028] Der Aufbau einer solchen Funkenstrecke mit metallischer Trigger Elektrode ist in Figur 12 und 13 gezeigt. Die beiden Elektroden der Funkenstrecke FS sind mit E1 und E2 bezeichnet. Zwischen diesen ist eine Isolierung I angeordnet, innerhalb derer die metallische Trigger Elektrode T angeordnet ist. An diese Trigger Elektrode kann die entsprechende Triggerspannung angelegt werden. Im Ausführungsbeispiel sind die Elektroden E1 und E2 kreisrunde flache Scheiben, während die Isolierung I ein Ringkörper aus Isolierstoff ist und ebenso die metallische Trigger Elektrode T ein metallisches Ringteil ist.

[0029] Die Erfindung ist anhand der Ausführungsbeispiele verdeutlicht, wobei die Ausführungsbeispiele keine Beschränkung bedeuten. Hinsichtlich der bildlichen Darstellungen in den Ausführungsbeispielen wird darauf verwiesen, dass die entsprechende Schaltungsanordnung aus diesen zeichnerischen Darstellungen eindeutig ersichtlich ist, so dass eine weitergehende Erläuterung der Schaltung entbehrlich ist.

[0030] Die Erfindung ist nicht auf die Ausführungsbeispiele beschränkt, sondern im Rahmen der Gesamtoffenbarung vielfach variabel.

[0031] Alle neuen, in der Beschreibung und/oder Zeichnung offenbarten Einzel- und Kombinationsmerkmale werden als erfindungswesentlich angesehen.

Patentansprüche

1. Blitzstromtragfähige Funkenstrecke mit mehreren in Reihe geschalteten Funkenstrecken, wobei die Funkenstrecke aus n-Teilfunkenstrecken (FS) besteht, deren Lichtbogenbrennspannung durch Reihenschaltung der Teilfunkenstrecken (FS) auf den n-fachen Wert der Lichtbogenbrennspannung einer Teilfunkenstrecke gebracht ist, wobei die Teilfunkenstrecken (FS) mit Ausnahme der im Blitzstromereignisfall ersten ansprechenden Funkenstrecke (FS1) durch Impedanzen (C2-CN) beschaltet sind, so dass sie sukzessive durchschalten, wobei die zweite und die weiteren Funkenstrecken (FS2-FSN) über die Impedanzen direkt an ein gemeinsames Bezugspotential, insbesondere an die freie Elektrode der letzten Funkenstrecke (FSN) als Bezugselektrode gelegt sind, wobei ferner die Impedanzen (C2-CN) vorzugsweise durch Kapazitäten gebildet sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens an die Elektroden einer der Teilfunkenstrecken (FS1-FSN) eine Triggerspannung angelegt ist, mittels derer die Teilfunkenstrecke zum Durchschalten gebracht wird.
2. Funkenstrecke nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Erzeugung der Triggerspannung eine Hilfsfunkenstrecke (HFS1) parallel zur Mehrfachfunkenstrecke geschaltet ist, deren Ansprechspannung kleiner ist als die Ansprechspannung einer Teilfunkenstrecke (FS) der Mehrfachfunkenstrecke und die vorzugsweise eine flache Stoßkennlinie aufweist.
3. Funkenstrecke nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Erzeugung der Triggerspannung ein Schwellwertschalter (SW), insbesondere ein Schmitt-Trigger, mit Schalttransistor (T) parallel zur Mehrfachfunkenstrecke geschaltet ist.
4. Funkenstrecke nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Durchschaltspannung

kleiner einstellbar ist, als die Ansprechspannung einer Teilfunkenstrecke der Mehrfachfunkenstrecke und keine Stoßkennlinie aufweist.

5. Funkenstrecke nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** in Reihe zur Hilfsfunkenstrecke (HFS1) ein Transformator (TRA) geschaltet ist. 5
6. Funkenstrecke nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** in Reihe zur Hilfsfunkenstrecke (HFS1) mehrere Transformatoren (TR1-TRN) geschaltet sind, wobei mit Ausnahme der ersten Teilfunkenstrecke (FS1) parallel zu jeder Teilfunkenstrecke (FS2-FSN) der Mehrfachfunkenstrecke ein Transformator (TR1-TRN) geschaltet ist. 10 15
7. Funkenstrecke nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** in Reihe zur Hilfsfunkenstrecke (HFS1) ein Schwingkreis mit zwei Kondensatoren (C_S, C_B) und einer Spule (L) zur Erzeugung einer schwingenden Stoßspannung geschaltet ist, wobei in den Schwingkreis in Reihe zur Spule (L) eine zweite Hilfsfunkenstrecke (HFS2) geschaltet ist. 20 25
8. Funkenstrecke nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** in Reihe zur Hilfsfunkenstrecke (HFS1) ein Schwingkreis mit einer Spule (L) und einem Kondensator (C_B) zur Erzeugung einer schwingenden Stoßspannung geschaltet ist. 30
9. Funkenstrecke nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Triggerspannung über Strombegrenzungswiderstände (W_1-W_N) an die Elektroden der Teilfunkenstrecken angelegt ist. 35
10. Funkenstrecke nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Teilfunkenstrecke (FS) aus zwei Elektroden (E1, E2) und dazwischen angeordnetem Ring aus Isolationsmaterial (I) besteht, wobei in das Isolationsmaterial (I) eine vorzugsweise ringförmige und insbesondere metallische Triggerelektrode (T) eingebracht ist, an der die Triggerspannung anliegt. 40 45
11. Funkenstrecke nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen den Anschlüssen der Teilfunkenstrecken (FS1-FSN), an denen Triggerspannung anliegt, jeweils zwei Teilfunkenstrecken (FS) liegen. 50
12. Funkenstrecke nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** an der letzten gegen Erdpotential oder Bezugspotential geschalteten Teilfunkenstrecke (FSN) Triggerspannung anliegt. 55
13. Funkenstrecke nach einem der Ansprüche 1 bis 12,

dadurch gekennzeichnet, dass in Reihe zu dem die Triggerspannung erzeugenden Element mindestens ein Varistor (V_1, V_2) geschaltet ist.

- 5 14. Funkenstrecke nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwei Varistoren (V_1, V_2) in Serie geschaltet sind.

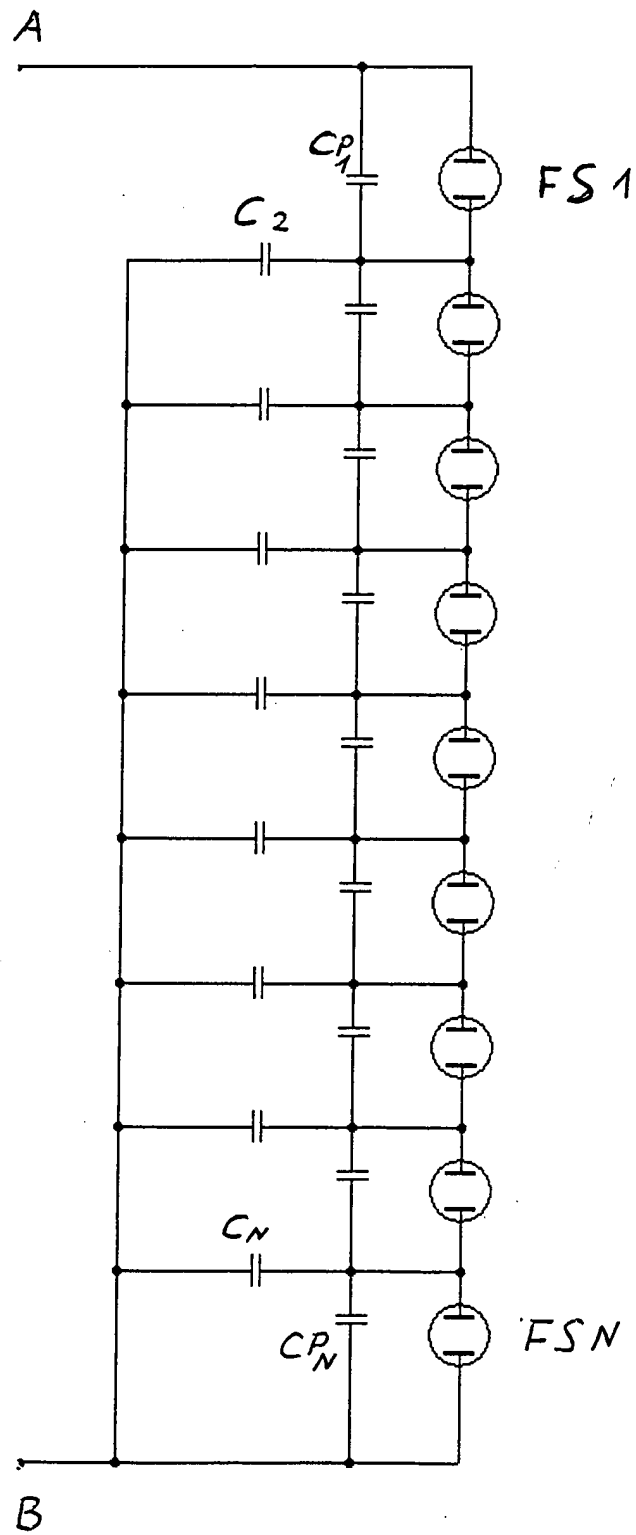


Fig. 1

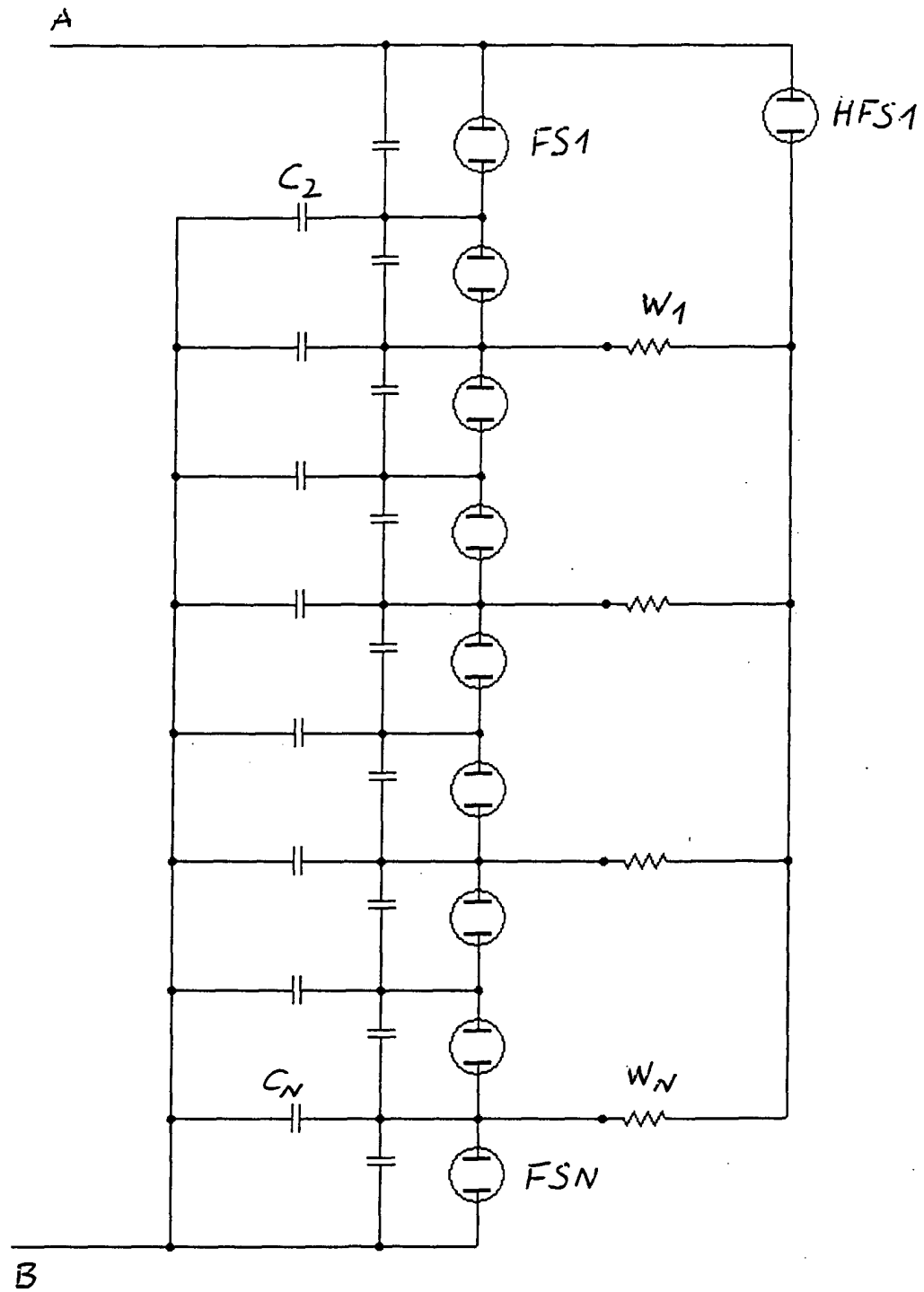


Fig. 2

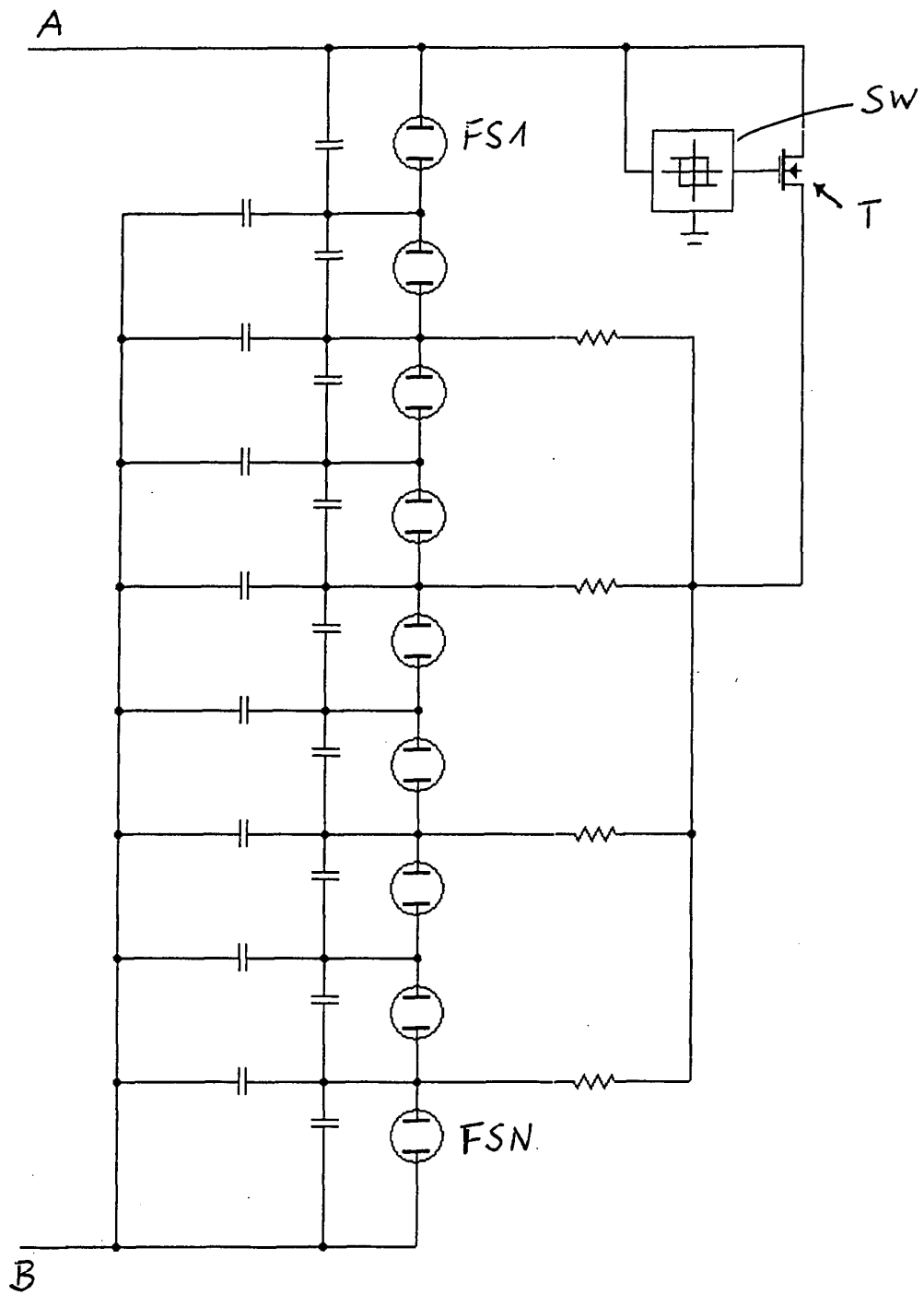


Fig. 4

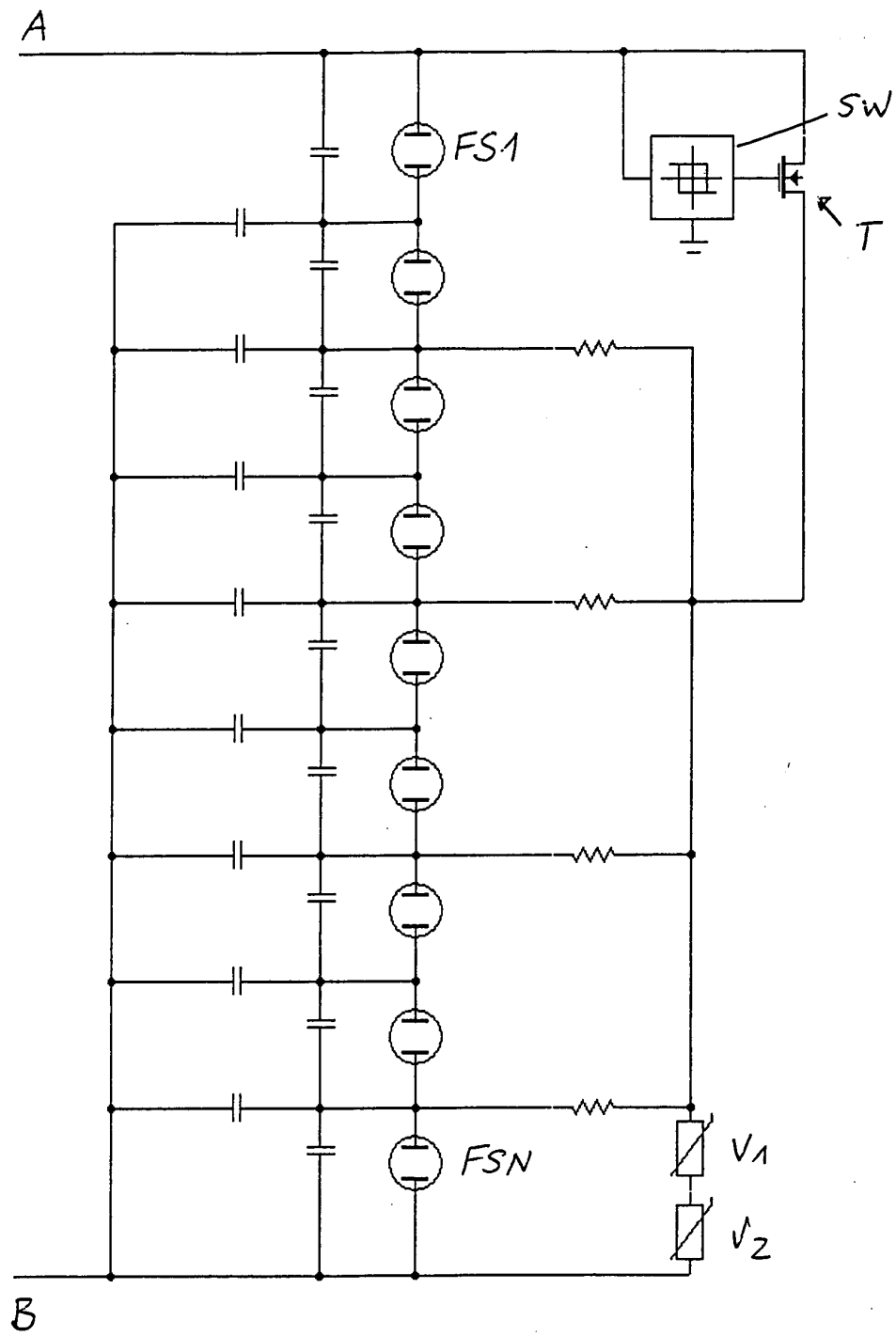


Fig. 5

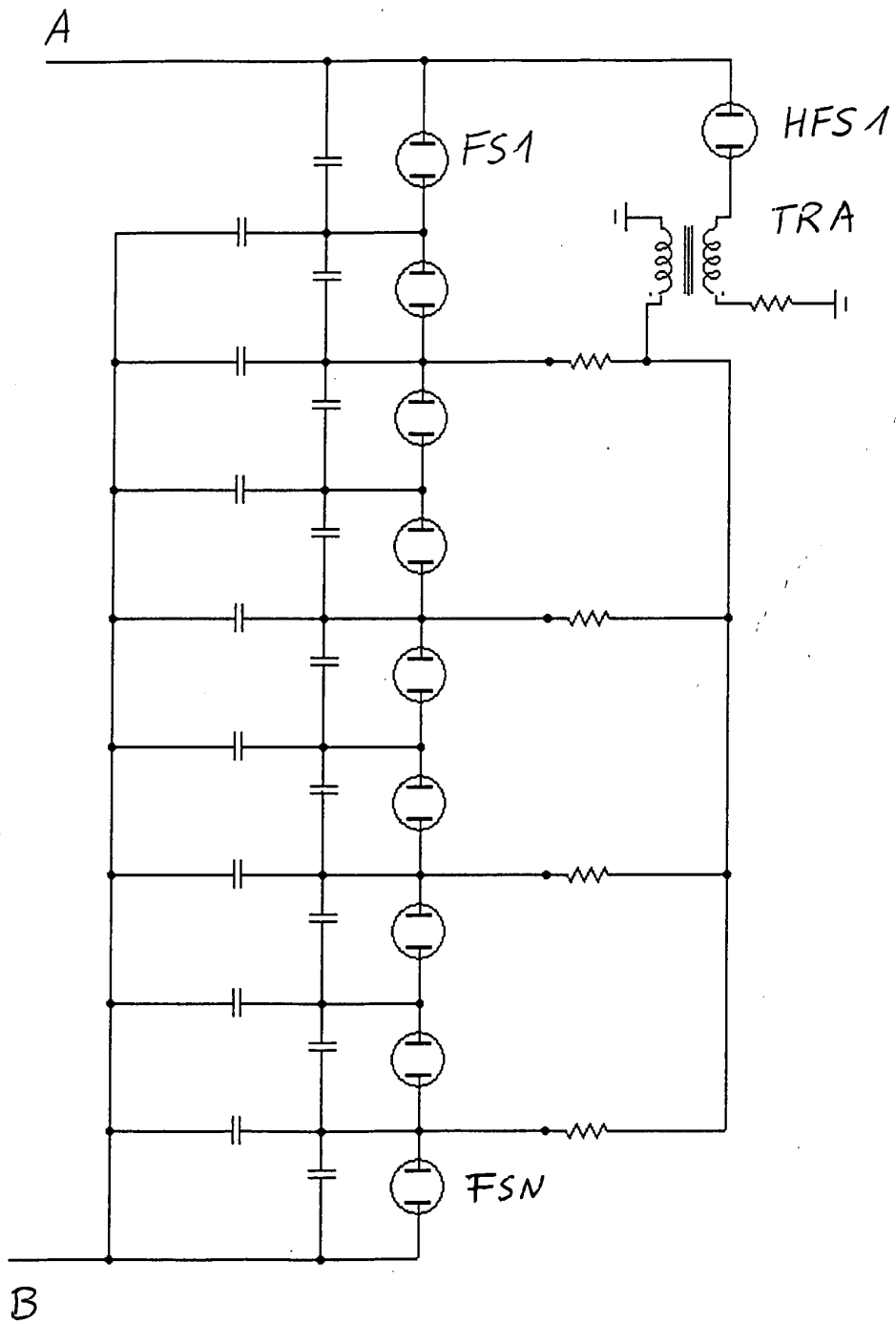


Fig. 6

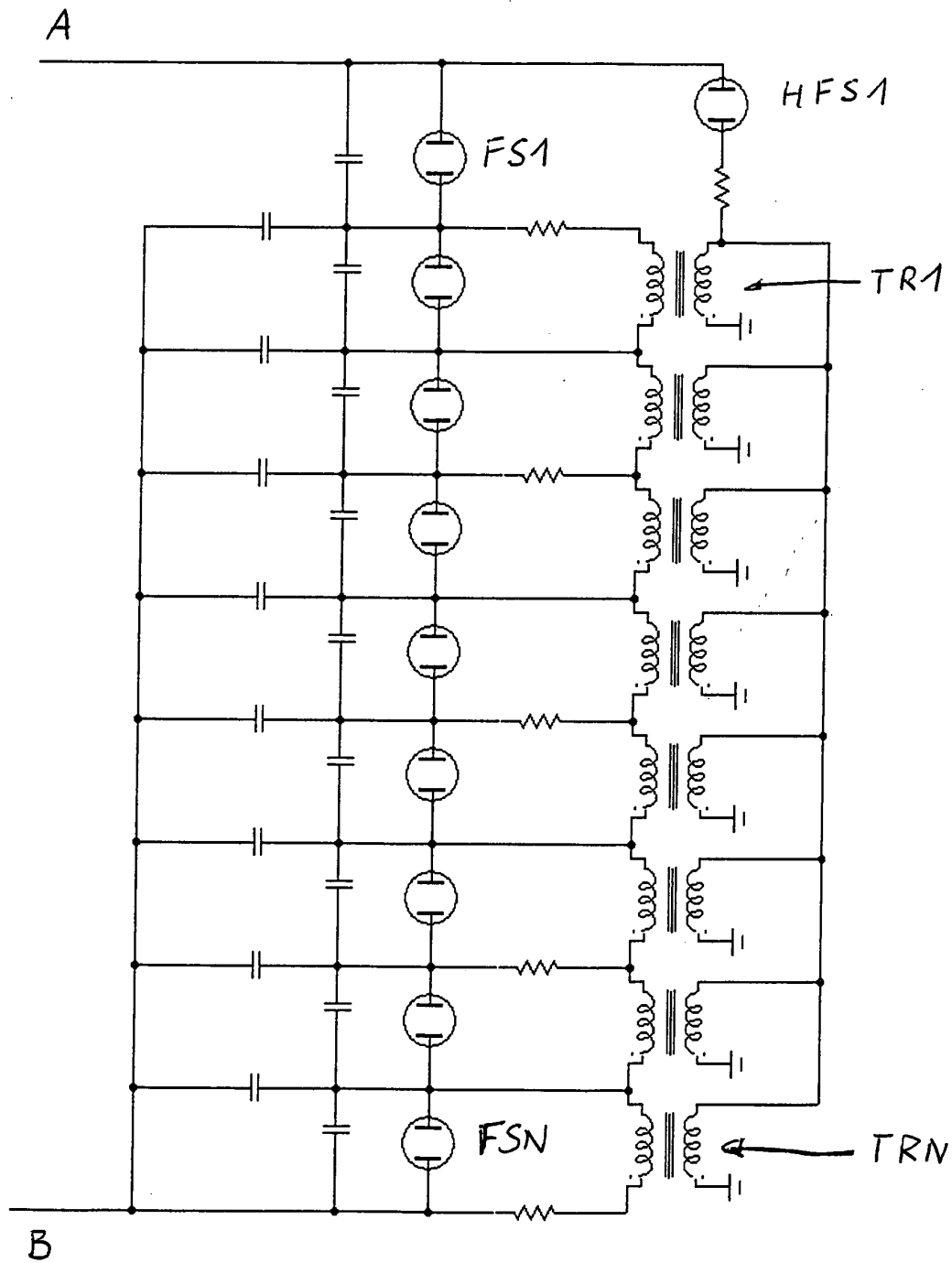


Fig. 7

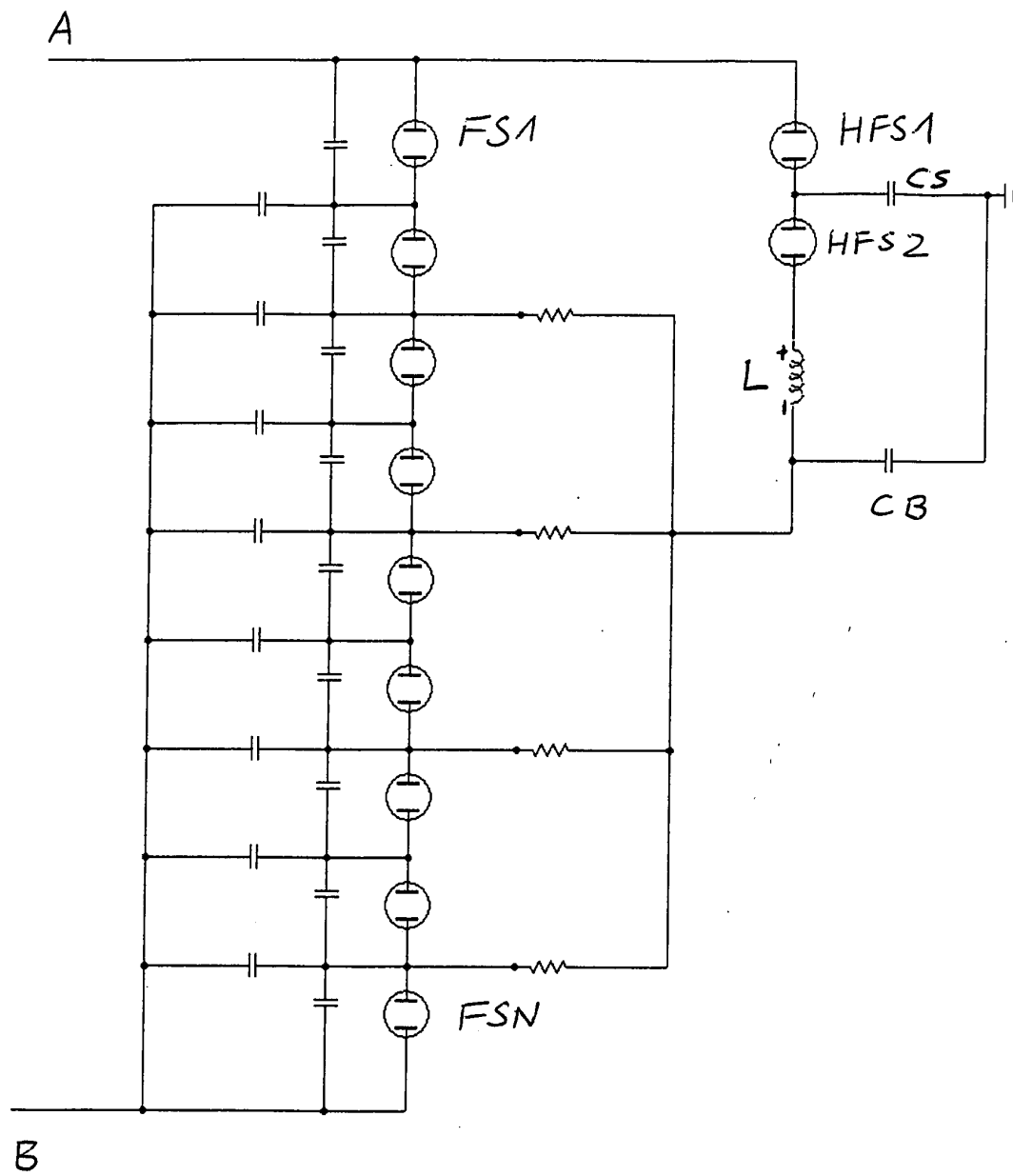


Fig. 8

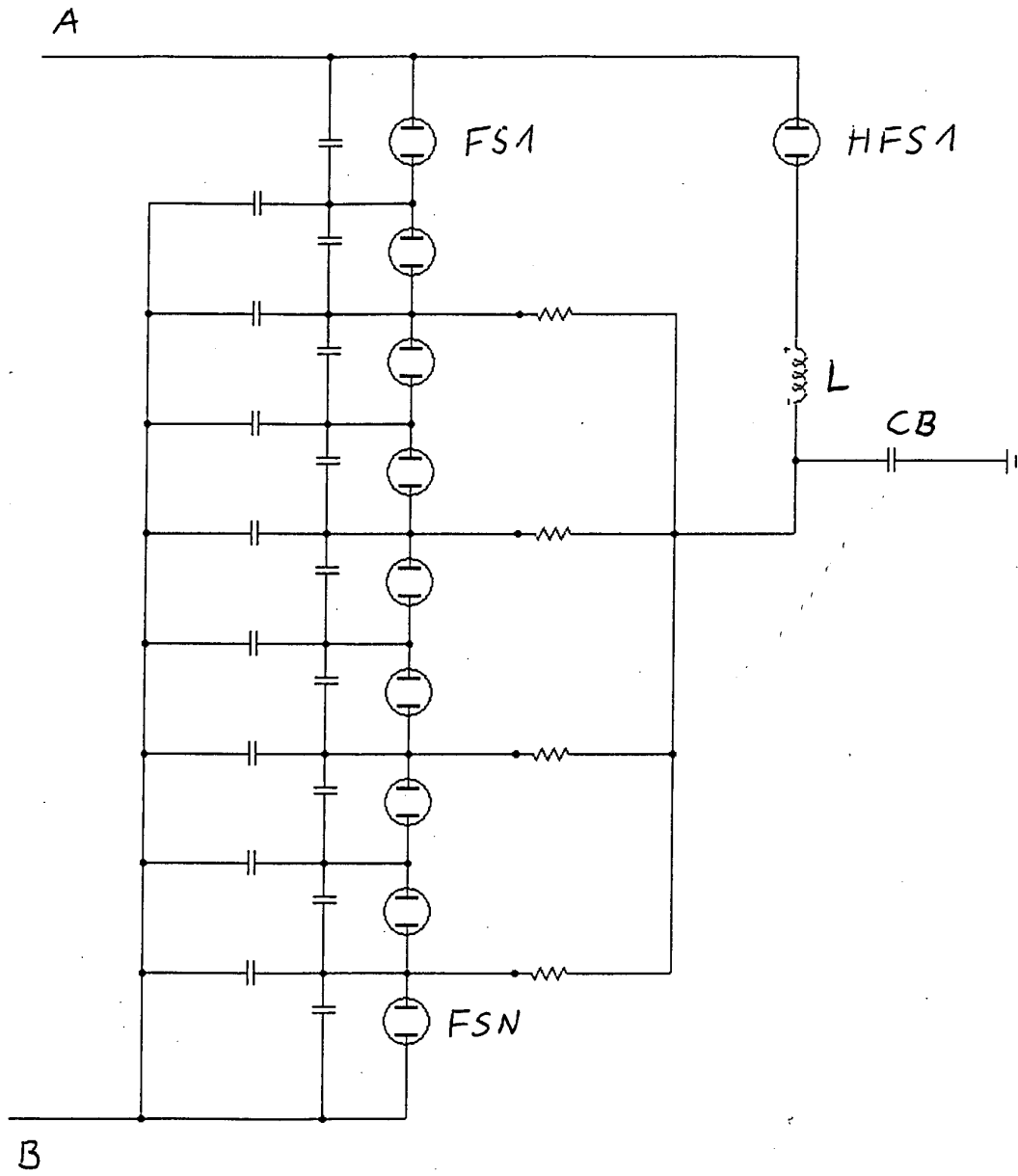


Fig. 9

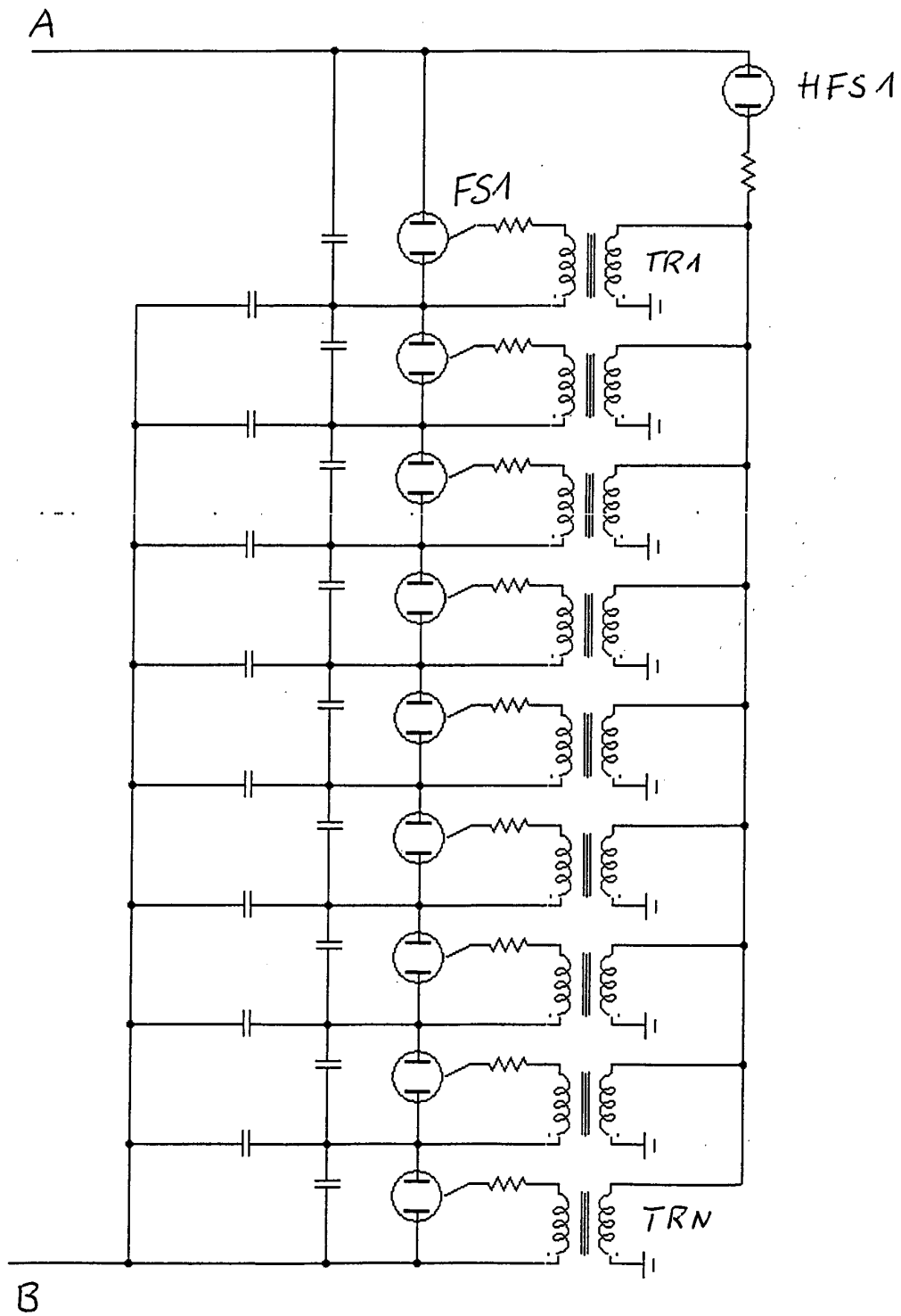


Fig. 10

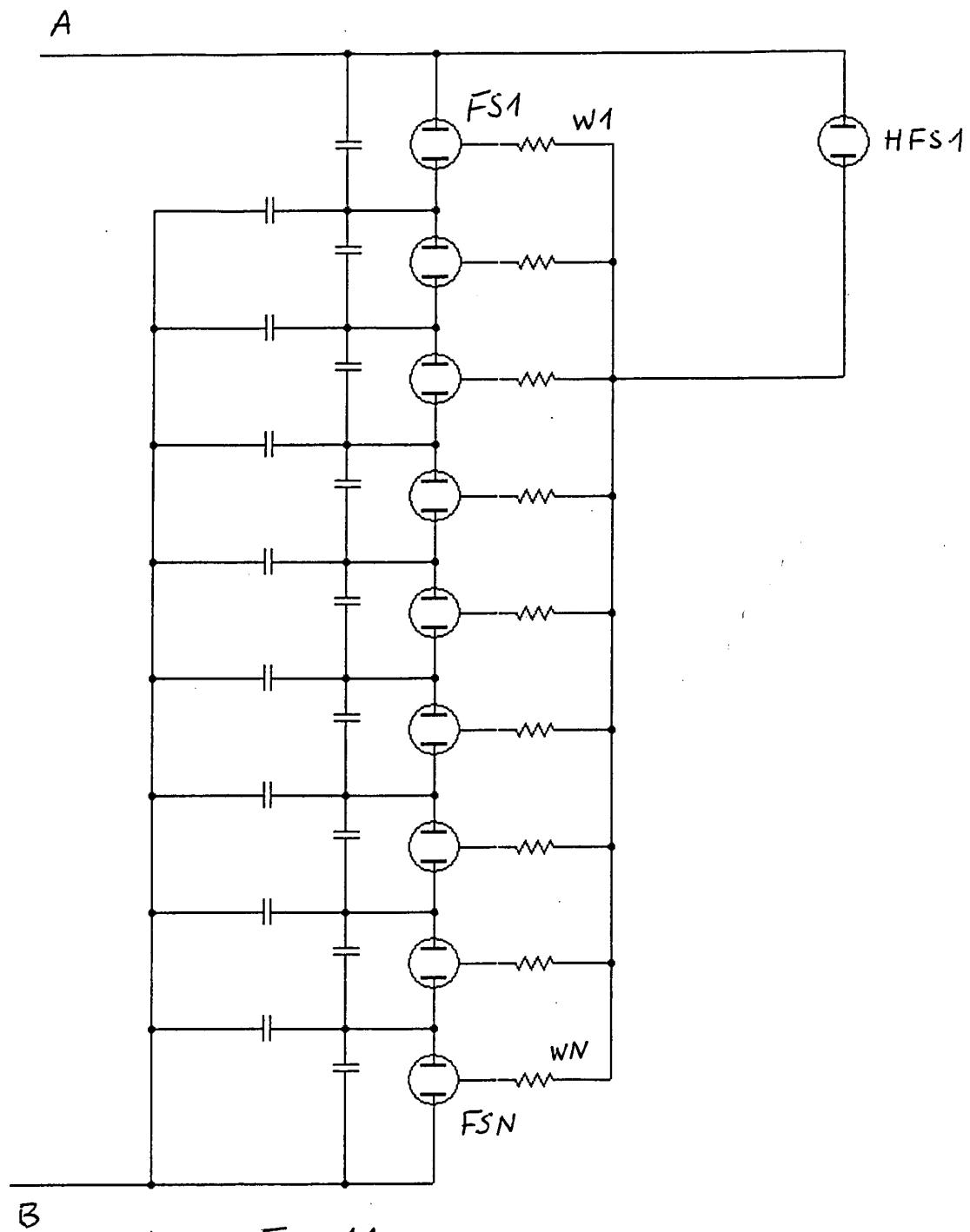


Fig. 11

