

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 286 095 B1**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag der Patentschrift: **10.06.92**

(51) Int. Cl.⁵: **H01F 31/00**

(21) Anmeldenummer: **88105559.4**

(22) Anmeldetag: **07.04.88**

(54) **Einrichtung zur induktiven Energieversorgung einer auf einer rotierenden Welle angeordneten elektrischen Schaltung.**

(30) Priorität: **07.04.87 DE 3711691**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
12.10.88 Patentblatt 88/41

(45) Bekanntmachung des Hinweises auf die
Patenterteilung:
10.06.92 Patentblatt 92/24

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE ES FR GB IT SE

(56) Entgegenhaltungen:
FR-A- 1 565 536
GB-A- 1 154 261
US-A- 4 395 647

(73) Patentinhaber: **Bayerische Motoren Werke Aktiengesellschaft**
Patentabteilung AJ-30 Postfach 40 02 40 Petuelring 130
W-8000 München 40(DE)

(72) Erfinder: **Nolte, Herbert**
Eichenstrasse 4
W-8011 Aschheim(DE)
Erfinder: **Pauls, Werner**
Rudolfstrasse 112
W-8033 Planegg(DE)
Erfinder: **Ruf, Norbert**
Sanddornweg 32
W-8047 Karlsfeld(DE)

(74) Vertreter: **Bullwein, Fritz et al**
Bayerische Motoren Werke Aktiengesellschaft Postfach 40 02 40 Petuelring 130 AJ-33
W-8000 München 40(DE)

EP 0 286 095 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Einrichtung zur induktiven Energieversorgung einer auf einer rotierenden Welle angeordneten elektrischen Schaltung, insbesondere eines Senders und einer dazugehörigen Meßstelle, nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 und geht aus von der GB-A-1 154 261.

Im Maschinenbau müssen häufig Messungen an rotierenden Wellen vorgenommen werden. Dazu ist es erforderlich, daß die von einer auf einer rotierenden Welle angeordneten Meßstelle aufgenommenen Meßwerte zu einer stationären Anzeigevorrichtung übertragen werden. Ferner ist bei derartigen Messungen meist erforderlich, die Meßstelle, beispielsweise eine Brückenschaltung mit Dehnungsmeßstreifen zur Drehmomentmessung mit elektrischer Energie zu versorgen. Sowohl zur Übertragung der von der Meßstelle aufgenommenen Meßwerte von der mit der Welle rotierenden Meßstelle zur stationären Anzeigevorrichtung als auch zur Übertragung der elektrischen Energie zur Versorgung der Meßstelle werden häufig Schleifring-Übertrager verwendet. Sie unterliegen jedoch einem hohen Verschleiß, sind empfindlich gegenüber Umwelteinflüssen, benötigen viel Platz, haben ein hohes Gewicht und sind nur mit hohem Arbeits- und Kostenaufwand an der Welle anzubringen.

Ferner kann die Übertragung der von der Meßstelle aufgenommenen Meßwerte zur stationär angeordneten Anzeigevorrichtung auf drahtlosem Wege mit Hilfe eines auf der rotierenden Welle angeordneten Senders und eines mit der stationären Anzeigevorrichtung galvanisch verbundenen Empfängers erfolgen. Bei dieser Art der Meßwertübertragung muß neben der Meßstelle auch noch der Sender mit Energie versorgt werden. Dies kann mit Hilfe eines auf der Welle angeordneten Akkumulators erfolgen. Die Verwendung eines Akkumulators hat jedoch den Nachteil, daß der Sender und die Meßstelle entsprechend der Speicherkapazität des Akkumulators ohne Zwischenschaltung eines Ladevorgangs nur eine begrenzte Zeit mit Energie versorgt werden können. Bei Verwendung eines kleinen und leichten Akkumulators ist diese Zeit sehr kurz. Verwendet man dagegen einen größeren und damit auch schwereren Akkumulator mit einer größeren Speicherkapazität, so werden durch das zusätzliche große Gewicht des Akkumulators die mechanischen Eigenschaften der Welle derart negativ beeinflusst, daß eine Reduzierung der höchstzulässigen Wellendrehzahl von einem gewünschten Wert auf einen deutlich niedrigeren Wert erfolgen muß.

Da die Verwendung eines Akkumulators zur Energieversorgung des Senders und der Meßstelle

auf der Welle immer einen Kompromiß zwischen Größe und Gewicht des Akkumulators einerseits und seiner Betriebszeit andererseits darstellt, wurden auch Meßsysteme entwickelt, bei denen die Energie zur Versorgung des Senders und der Meßstelle auf der rotierenden Welle auf induktivem Wege übertragen wird.

So ist beispielsweise eine Drehmoment-Meßwelle bekannt, bei der die Energieversorgung der auf dem rotierenden Teil der Meßwelle angeordneten Drehmoment-Meßstelle mit Hilfe eines elektromagnetischen Übertragers erfolgt, dessen ringförmige Primärspule den rotierenden Teil der Meßwelle umgreift. Zur Zentrierung der ringförmigen Primärspule auf dem rotierenden Teil der Meßwelle ist der Spulenträger auf diesem drehbar gelagert. Der Nachteil der Messung an einer rotierenden Welle mit Hilfe einer separaten Meßwelle liegt darin, daß die Welle, an der Messungen vorgenommen werden sollen, aufgetrennt werden muß, um die separate Meßwelle einsetzen zu können. Dies erfordert nämlich einen hohen Arbeits- und Kostenaufwand. Ferner wird durch das Einfügen der separaten Meßwelle das mechanische Verhalten der zu überprüfenden Welle verändert. Darüber hinaus benötigt diese bekannte Meßwelle viel Platz, der beispielsweise bei Messungen an einer im Fahrzeugtunnel angeordneten Gelenkwelle nicht vorhanden ist. Da bei der bekannten Einrichtung der Spulenträger der Primärspule auf dem rotierenden Teil der Meßwelle drehbar gelagert ist, hat der rotierende Teil der Meßwelle und somit auch die mit diesem verbundene Welle, an der die Messungen vorgenommen werden sollen, bei stationär angeordneter Primärspule keinerlei Bewegungsspielraum in axialer und radialer Richtung.

Bei einer weiteren bekannten Einrichtung zur induktiven Energieversorgung einer auf einer rotierenden Welle angeordneten elektrischen Schaltung besteht die mit der Welle im Betrieb mitrotierende Sekundärspule aus zwei die Welle jeweils zur Hälfte umgreifenden Halbschalen, die im zusammengeführten Zustand einen Innendurchmesser haben, der geringfügig kleiner ist als der Außendurchmesser der Welle. Durch diese konstruktive Gestaltung wird bewirkt, daß die beiden Halbschalen durch einfaches zusammenschrauben auf der Welle festgeklemmt werden können. Die beiden Halbschalen weisen an ihrem äußeren Umfang einen radial abstehenden Rand auf der im Betrieb in einer Nut frei läuft, die an dem der Welle zugewandten Ende einer stationär angeordneten stabförmigen Primärspule ausgebildet ist. Dadurch, daß der radial überstehende Rand der mit der Welle rotierenden Sekundärspule nur einen sehr geringen Bewegungsspielraum in der Nut der stationär angeordneten Primärspule hat, ist auch bei dieser Einrichtung die Bewegungsfreiheit der rotierenden Welle sowohl in

axialer Richtung als auch in radialer Richtung sehr gering. Darüber hinaus benötigt die in radialer Richtung der Welle ausgerichtete stabförmige Primärspule viel Platz.

Aus der GB-A 1 154 261 ist ferner eine Einrichtung zur induktiven Energieversorgung einer auf einer rotierenden Welle angeordneten elektrischen Schaltung bekannt, bei der eine nahe der Welle stationär angeordnete Primärspule, eine mit der Welle rotierende Sekundärspule sowie ein U-förmiger ferromagnetischer Spulenkern für die Primärspule vorgesehen sind. Bei dieser bekannten Einrichtung sind ferner die Schenkel des U-förmigen ferromagnetischen Spulenkerns in axialer Richtung der Welle hintereinander angeordnet und mit ihren freien Enden zur Welle hin ausgerichtet. Darüber hinaus besteht die Primärspule aus zwei auf den beiden Schenkeln des Spulenkerns angeordneten Teilen. Schließlich ist auch die Sekundärspule etwa in der Mitte zwischen den beiden Schenkeln des Spulenkerns auf der Welle angeordnet.

Durch die Anordnung der beiden Teile der Primärspule in axialer Richtung der Welle hintereinander ist gewährleistet, daß der durch die beiden Teile der Primärspule erzeugte Magnetfluß einen in axialer Richtung der Welle weit ausgedehnten Bereich durchflutet. Durch die Anordnung der Sekundärspule auf der Welle etwa in der Mitte zwischen den beiden Teilen der Primärspule wird erreicht, daß die auf der Welle angeordnete Sekundärspule auch dann noch vom Magnetfluß der Primärspule durchflutet wird, wenn die Welle in axialer Richtung um einen Betrag verschoben wird, der etwa dem halben Abstand der beiden Teile der Primärspule entspricht. Es ist dadurch ein großer Bewegungsspielraum der Welle in axialer Richtung gewährleistet. Auch in radialer Richtung ist ein im Vergleich zum übrigen Stand der Technik großer Bewegungsspielraum der Welle gegeben. Er wird lediglich durch den Abstand der Primärspule zur Welle einerseits und durch die gerade noch zulässigen Schwankungen der Amplitude der in der Sekundärwicklung induzierten Spannung andererseits begrenzt. Ein Nachteil dieser bekannten Einrichtung sind die Schwankungen der Amplitude der in der Sekundärwicklung induzierten Spannung bei Bewegung der Welle in radialer Richtung zur Primärspule hin als auch von dieser weg.

Zur Beseitigung dieses Nachteils kann auch die gattungsfremde US-A 4 395 647 nichts beitragen. Aus der US-A 4 395 647 ist lediglich eine elektrische Trennschaltung zur galvanischen Trennung des Ausgangssignals vom Eingangssignal bekannt. Bei dieser bekannten Trennschaltung ist ein Transformator vorgesehen, dessen Primärspule zusammen mit einem ersten Kondensator einen primärseitigen elektrischen Schwingkreis und dessen Sekundärspule zusammen mit einem zweiten Kon-

densator einen sekundärseitigen elektrischen Schwingkreis bildet. Die Resonanzfrequenzen dieser beiden elektrischen Schwingkreise sind auf die Modulations- bzw. Demodulationsfrequenz der elektrischen Trennschaltung abgestimmt, wodurch ein guter Wirkungsgrad gewährleistet ist. Da die Primärspule und die Sekundärspule des Trenntransformators der bekannten Trennschaltung stets den gleichen Abstand zueinander haben, kann diese aus der US-A 4 395 647 bekannte Maßnahme zur Beseitigung des Nachteils der aus der GB-A 1 154 261 bekannten Einrichtung keine Anregung geben.

Es ist daher Aufgabe der Erfindung, eine Einrichtung eingangs genannter Art anzugeben, die bei einem nur geringen Platzbedarf und einer großen Bewegungsfreiheit der Welle sowohl in axialer als auch in radialer Richtung eine optimale Energieübertragung nahezu frei von Amplitudenschwankungen der in der Sekundärwicklung induzierten Spannung gewährleistet.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst.

Durch die erfindungsgemäße Einrichtung wird, wie im folgenden näher erläutert wird, erreicht, daß bei einer radialen Auslenkung der Welle in Richtung zur Primärspule hin als auch von dieser weg nahezu keine Änderung der Amplitude der in der Sekundärspule induzierten Spannung auftritt. Beim maximal zulässigen Abstand zwischen der Primärspule und der Welle ist die über den Luftspalt zwischen dem U-förmigen Spulenkern der Primärspule und der Welle übertragene Energie minimal. Da andererseits bei diesem maximal zulässigen Abstand zwischen der Primärspule und der Welle die Eigenschwingfrequenz des sekundärseitigen elektrischen Schwingkreises mit der Eigenschwingfrequenz des primärseitigen Schwingkreises übereinstimmt, der sekundärseitige elektrische Schwingkreis also mit der Resonanzfrequenz angeregt wird, ist die Aufnahme der über den Luftspalt zwischen der Primärspule und der Welle übertragenen Energie maximal. Wird nun die Welle radial in Richtung zur Primärspule hin ausgelenkt, so nimmt der Abstand zwischen den Schenkelenden des U-förmigen Spulenkerns und der Welle ab. Dadurch nimmt einerseits die über den Luftspalt zwischen der Primärspule und der Welle übertragene Energie zu. Andererseits nimmt durch die Abstandsverminderung zwischen der Primärspule und der Welle die von der Sekundärspule aufgenommene Energie ab. Dies ist darauf zurückzuführen, daß durch die Annäherung des ferromagnetischen Bereichs der Welle an die Schenkelenden des U-förmigen Spulenkerns der Primärspule die Induktivität der Primärspule zunimmt. Diese Zunahme der Induktivität der Primärspule des primärsei-

tigen elektrischen Schwingkreises bewirkt, daß dessen Eigenschwingfrequenz abnimmt. Der sekundärseitige elektrische Schwingkreis wird nun nicht mehr mit seiner Eigenschwingfrequenz angeregt, sondern mit der nun gegenüber dieser kleineren Eigenschwingfrequenz des primärseitigen elektrischen Schwingkreises. Da die vom sekundärseitigen elektrischen Schwingkreis aufgenommene Energie mit zunehmender Abweichung der Eigenschwingfrequenz des primärseitigen elektrischen Schwingkreises von der Eigenschwingfrequenz des sekundärseitigen elektrischen Schwingkreises kleiner wird, nimmt der vom sekundärseitigen elektrischen Schwingkreis aufgenommene Anteil der über den Luftspalt übertragenen Energie ab. Aufgrund der Tatsache, daß sich diese beiden gegensinnig auswirkenden Effekte nahezu vollständig kompensieren, bleibt die Amplitude der in der Sekundärspule induzierten Spannung bei einer radialen Auslenkung der Welle innerhalb der vorgegebenen Grenzen weitgehend konstant. Durch die Versorgung der auf der rotierenden Welle angeordneten elektrischen Schaltung mit einer Spannung mit nahezu gleichbleibender Spannungsamplitude ist ein funktionssicherer Betrieb der elektrischen Schaltung gewährleistet.

Im folgenden wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand der Figuren erläutert.

Es zeigen:

- Fig. 1 einen Wellenabschnitt, an dem eine Einrichtung nach der Erfindung angeordnet ist und
 Fig. 2 die in Fig. 1 dargestellte Welle zusammen mit dem Spulenkern der in Fig. 1 gezeigten Primärspule aus Blickrichtung A

Die in Fig. 1 gezeigte Einrichtung besteht im wesentlichen aus einem nahe der Welle 10 stationär angeordneten primärseitigen elektrischen Schwingkreis 12 und einem auf der Welle angeordneten sekundärseitigen elektrischen Schwingkreis 14. Der primärseitige elektrische Schwingkreis 12 umfaßt dabei eine aus den beiden Teilen 16 und 18 bestehende Primärspule 20 und einen ersten Kondensator 22, dessen Elektroden mit den Wicklungsenden 24 und 26 der Primärspule 20 verbunden sind. Die beiden Teile 16 und 18 der Primärspule 20 sind auf den beiden Schenkeln 28 und 30 eines U-förmigen ferromagnetischen Spulenkerns 32 angeordnet. Dieser ist der Welle 10 derart zugeordnet, daß seine Schenkel 28 und 30 in axialer Richtung der Welle 10 hintereinander liegen und daß die freien Enden 34 und 36 der Schenkel 28 und 30 zur Welle 10 hin ausgerichtet sind.

Der sekundärseitige elektrische Schwingkreis 14 umfaßt eine Sekundärspule 38 deren Wicklungsenden 40 und 42 mit den Elektroden 44 und 46 eines zweiten Kondensators 48 verbunden sind.

Die Sekundärspule 38 ist etwa in der Mitte zwischen den beiden Schenkeln 28, 30 des Spulenkerns 32 auf die Welle 10 aufgewickelt. Sie wird zur Fixierung lediglich mit einem Gießharz vergossen.

Die beiden elektrischen Schwingkreise 12 und 14 sind durch die Dimensionierung ihrer Kondensatoren 22 und 48 derart aufeinander abgestimmt, daß ihre Eigenschwingfrequenzen bei einem vorgegebenen, maximal zulässigen Abstand zwischen den Schenkelenden 34 und 36 des U-förmigen Spulenkerns 32 und der Welle 10 übereinstimmen. Dadurch wird, wie in der Beschreibungseinleitung bereits ausführlich erläutert ist, erreicht, daß die Amplitude der in der Sekundärspule 38 induzierten Spannung bei radialer Auslenkung der Welle 10 in Richtung zur Primärspule 20 hin bzw. von dieser weg unabhängig vom Abstand der Schenkelenden 34 und 36 des Spulenkerns 32 der Primärspule 20 von der Welle 10 weitgehend konstant bleibt.

Mit Fig. 2 sollen lediglich die geometrischen Verhältnisse zwischen dem Spulenkern 32 der Primärspule 20 (Fig. 1) und der Welle 10 verdeutlicht werden. Es ist zu erkennen, daß die erfindungsgemäße Einrichtung, deren platzintensivstes Teil der U-förmige Spulenkern 32 ist, im Vergleich zur Welle nur sehr wenig Platz benötigt. Ein weiterer Vorteil der erfindungsgemäßen Einrichtung liegt darin, daß die Primärspule an jeder beliebigen Stelle rund um den Umfang der Welle 10 angeordnet werden kann. Die erfindungsgemäße Einrichtung eignet sich deshalb besonders zur induktiven Energieversorgung einer auf einer im engen Fahrzeugtunnel rotierenden Gelenkwelle angeordneten elektrischen Schaltung, beispielsweise eines Senders und einer dazugehörigen Drehmomentmeßbrücke.

Patentansprüche

1. Einrichtung zur induktiven Energieversorgung einer auf einer rotierenden Welle (10) angeordneten elektrischen Schaltung, insbesondere eines Senders und einer dazugehörigen Meßstelle, bei der eine nahe der Welle (10) stationär angeordnete Primärspule (20), eine mit der Welle (10) rotierende Sekundärspule (38) sowie ein für die Primärspule (20) vorgesehener U-förmiger ferromagnetischer Spulenkern (32) vorhanden sind, dessen Schenkel (28, 30) in axialer Richtung der Welle (10) hintereinander angeordnet und mit ihren freien Enden (34, 36) zur Welle hin ausgerichtet sind, bei der die Primärspule (20) aus zwei auf den beiden Schenkeln (28, 30) des Spulenkerns (32) angeordneten Teilen (16, 18) besteht und bei der die Sekundärspule (38) etwa in der Mitte zwischen den beiden Schenkeln (28, 30) des Spulenkerns (32) auf der Welle (10) angeordnet ist,

dadurch gekennzeichnet, daß die Primärspule (20) zusammen mit einem ersten Kondensator (22) einen primärseitigen elektrischen Schwingkreis (12) bildet und daß die Sekundärspule (38) auf einem ferromagnetischen Bereich der Welle (10) angeordnet ist und mit einem zweiten Kondensator (48) einen sekundärseitigen elektrischen Schwingkreis (14) bildet, dessen Eigenschwingfrequenz bei einem vorgegebenen, maximal zulässigen Abstand zwischen den Schenkelenden (34, 36) des U-förmigen Spulenkerns (32) und der Welle (10) mit der Eigenschwingfrequenz des primärseitigen elektrischen Schwingkreises (12) übereinstimmt.

Claims

1. A device for supplying energy by induction to an electric circuit, more particularly a transmitter and an associated measuring station, disposed on a rotating shaft (10), the device comprising a primary coil (20) mounted in a stationary position near the shaft (10), a secondary coil (38) rotating with the shaft (10), and a U-shaped ferromagnetic core (32) for the primary coil (20), the limbs (28, 30) of the core being disposed one behind the other in the axial direction of the shaft (10) and their free ends (34, 36) being directed towards the shaft, the primary coil (20) comprising two parts (16, 18) disposed on the two limbs (28, 30) of the core (32) and the secondary coil (38) being disposed on the shaft (10) approximately in the middle between the two limbs (28, 30) of the core (32),
characterised in that the primary coil (20) and a first capacitor (22) form an electric resonant circuit (12) on the primary side and the secondary coil (38) is disposed on a ferromagnetic region of the shaft (10) and co-operates with a second capacitor (48) to form an electric resonant circuit (14) on the secondary side, and the natural resonant frequency of the circuit on the secondary side coincides with the natural resonant frequency of the circuit (12) on the primary side when there is a preset maximum permissible distance between the shaft (10) and the ends (34, 36) of the limbs of the U-shaped core (32).

Revendications

1. Dispositif inductif d'alimentation d'énergie pour un circuit électrique monté sur un arbre rotatif (10), en particulier d'un émetteur et d'un lieu de mesure qui en fait partie, dispositif comprenant une bobine primaire (20) placée de façon

fixe près de l'arbre (10), une bobine secondaire (38) en rotation avec l'arbre (10) ainsi qu'un noyau de bobine ferromagnétique en forme d'U, prévu pour la bobine primaire (20), dont les branches (28, 30) sont disposées en ligne dans le sens axial de l'arbre (10) et sont centrées avec leurs extrémités libres (34, 36) par rapport à l'axe, dispositif dans lequel la bobine primaire (20) est composée de deux parties (16, 18) placées sur les deux branchés (28, 30) du noyau de bobine (32) et dans lequel la bobine secondaire (38) est enroulée sur l'arbre (10) à peu près au centre entre les deux branches (28, 30) du noyau de la bobine (32), dispositif caractérisé :

- en ce que la bobine primaire (20) de concert avec un premier condensateur (22) constitue un circuit résonnant électrique (12) côté primaire et
- en ce que la bobine secondaire (38) est enroulée sur une zone ferromagnétique de l'arbre (10) et forme avec un deuxième condensateur (48) un circuit résonnant électrique (14) côté secondaire, dont la fréquence propre d'oscillation pour une distance donnée, maximale admissible entre les extrémités des branches (34, 36) du noyau de bobine (32) en forme d'U et l'arbre (10) coïncide avec la fréquence propre d'oscillation du circuit résonnant électrique (12) côté primaire.

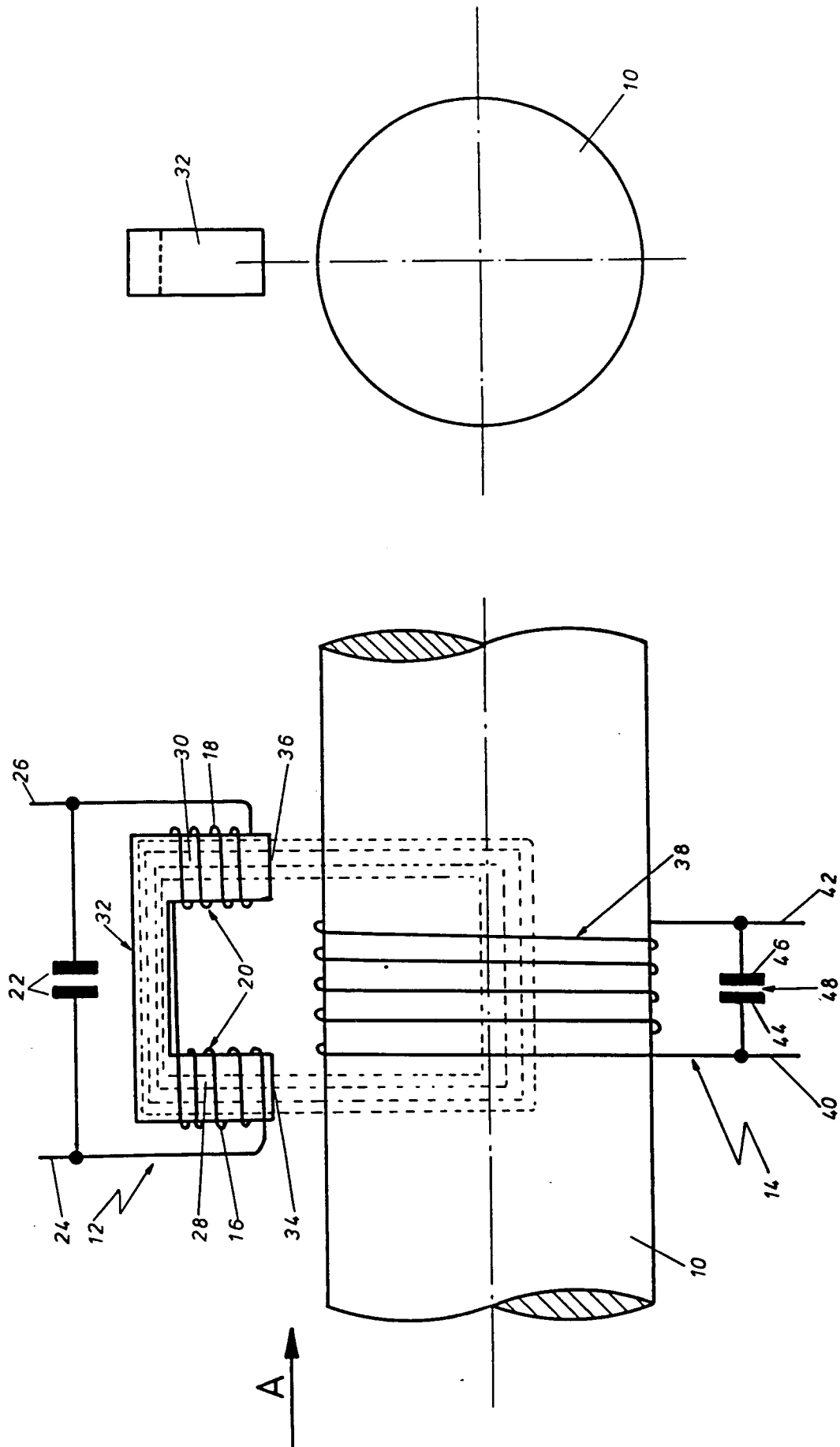


Fig. 2

Fig. 1