

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

②①

**N° 80 13986**

---

⑤④ Procédé de localisation d'un défaut d'isolement sur une ligne électrique, notamment une ligne téléphonique d'abonné, et appareil pour la mise en œuvre de ce procédé.

⑤① Classification internationale (Int. Cl. <sup>3</sup>). G 01 R 31/10; H 04 B 3/46.

②② Date de dépôt..... 24 juin 1980.

③③ ③② ③① Priorité revendiquée :

④① Date de la mise à la disposition du  
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 53 du 31-12-1981.

---

⑦① Déposant : SOCIÉTÉ D'ÉTUDES ET DE FABRICATIONS ELECTRO-TECHNIQUES SEFELEC,  
société anonyme, résidant en France.

⑦② Invention de : Michel Chateau.

⑦③ Titulaire : *Idem* ⑦①

⑦④ Mandataire : Cabinet Viard,  
10, rue de la Source, 75016 Paris.

- 1 -

L'invention concerne un procédé et un appareil de localisation de défauts sur une ligne électrique comprenant au moins deux conducteurs séparés par un matériau isolant.

Un exemple typique d'application de l'invention est la  
5 ligne téléphonique d'abonné, habituellement composée de deux conducteurs parallèles, à base de cuivre, isolés par un matériau isolant, tel que le néoprène. Une telle ligne étant généralement suspendue à des poteaux de bois, les cas de détérioration, par usure ou par accident, sont relativement nombreux. La détériora-  
10 tion peut être franche, correspondant à une coupure d'au moins l'un des conducteurs ou à leur mise en court-circuit, mais elle est plus souvent imparfaite, par exemple en cas d'usure locale. A la cause mécanique de détérioration incomplète s'ajoutent les effets de l'humidité qui, en pénétrant entre les conducteurs et  
15 les oxydant, diminuent la résistance d'isolement. Il en résulte une altération progressive de la qualité de transmission, désagréable pour l'abonné et finalement, la mise en dérangement de la ligne.

Pour réparer, il est fait au préalable, à l'aide de  
20 techniques classiques, une détermination de la distance séparant le défaut d'un point donné de la ligne, qu'on désignera "entrée de la ligne", généralement le poste d'abonné. L'une de ces techniques, dite d'échographie, utilise l'écho d'une onde électrique sur le défaut pour indiquer la distance sur un échomètre placé  
25 à l'entrée de la ligne. Une autre technique consiste à appliquer à l'entrée de la ligne deux signaux à basse fréquence (1 000 Hz par exemple), carrés et symétriques par rapport à la terre, respectivement sur les deux conducteurs, et à déterminer l'emplacement du défaut en se déplaçant le long de la ligne pour y détec-  
30 ter une variation du signal rayonné. Dans la réalité, toutes les techniques classiques de détermination de la distance du défaut s'avèrent efficaces seulement lorsque le défaut est franc.

Cependant, il est souhaitable, et parfois nécessaire, de réparer la ligne avant que la détérioration imparfaite devienne  
35 un défaut franc. Le principe est de localiser le défaut en faisant d'une détérioration imparfaite un défaut franc. Un procédé connu est d'appliquer une haute tension, de l'ordre de 1,2 kV, d'énergie fixe suffisamment élevée pour former une soudure des

- 2 -

deux conducteurs à l'endroit du défaut. L'inconvénient de ce procédé est que l'application de la haute tension avec cette énergie entraîne parfois l'inflammation de l'isolant au lieu du défaut propageant ainsi le défaut sur la ligne et risquant en outre de  
5 créer un incendie selon le milieu environnant.

L'invention remédie aux inconvénients de la technique antérieure de localisation des défauts.

Un procédé conforme à l'invention de localisation d'un défaut d'isolement sur une ligne électrique comprenant au moins  
10 deux conducteurs séparés par un isolant est du type comprenant l'application d'une haute tension sur la ligne et est caractérisé en ce que ladite haute tension est destinée à amorcer un arc électrique entre les conducteurs et possède à cet effet une faible intensité, et en ce qu'il consiste, après l'amorçage dudit  
15 arc électrique, à diminuer la tension tout en accroissant l'intensité du courant en fonction de la résistance électrique de la ligne de façon à fondre ledit isolant à l'endroit du défaut, puis à souder les conducteurs entre eux ou à détruire au moins l'un d'eux à l'endroit du défaut.

20 Par conséquent, l'application de la haute tension de faible intensité évite l'inflammation de l'isolant mais ne provoque que l'amorçage d'un arc électrique, l'inflammation étant ensuite évitée en diminuant la tension au fur et à mesure que le courant doit croître pour fondre l'isolant et produire finalement  
25 le défaut franc.

Bien que la diminution de la tension et l'accroissement concomitant du courant puissent être faits continûment en fonction de la résistance de la ligne, la mise en oeuvre du procédé s'avère plus facile et aussi performante en agissant par paliers,  
30 c'est-à-dire en appliquant une moyenne tension de moyenne intensité pour fondre l'isolant et une basse tension de forte intensité pour la soudure ou la coupure de la ligne à l'endroit du défaut.

En corollaire, un appareil conforme à l'invention pour  
35 la mise en oeuvre du procédé est caractérisé en ce qu'il comprend des moyens générateurs de tension et courant variables et des moyens de commande réagissant à la résistance électrique de la ligne pour faire varier simultanément ladite tension d'une valeur maximale à une valeur minimale et ledit courant d'une intensité

- 3 -

minimale à une intensité maximale.

Avantageusement, lesdits moyens générateurs de tension et courant variables comprendront un générateur de haute tension à faible intensité, un générateur de moyenne tension à moyenne intensité et un générateur de basse tension à haute intensité, et les moyens de commande comprendront un dispositif de commutation activant successivement lesdits générateurs de haute, moyenne et basse tensions.

Les caractéristiques et avantages de l'invention ressortent plus clairement de la description qui suit, faite en référence aux dessins annexés.

Dans les dessins :

- la figure 1 illustre schématiquement un exemple de réalisation d'un appareil de localisation de défaut conforme à l'invention ;
- la figure 2 est un graphe illustrant le procédé de localisation de défaut conforme à l'invention mis en oeuvre par l'appareil représenté sur la figure 1, le graphe définissant dans le temps ( $t$  de l'axe des abscisses) l'évolution des phases du procédé et des tensions  $U$  (axe des ordonnées) impliquées dans chaque phase ; et
- la figure 3 illustre en détail un exemple de réalisation de l'appareil représenté sur la figure 1.

Bien que l'invention s'applique à toute ligne électrique que comprenant au moins deux conducteurs séparés par un matériau isolant, la description qui suit sera faite en référence à une ligne téléphonique 10 (voir figures 1 et 3) composée de deux conducteurs  $10a$ ,  $10b$  parallèles, séparés par un isolant 11 et ayant une entrée 12 (figure 1) à deux bornes  $12a$ ,  $12b$  (figure 3). On suppose qu'un défaut imparfait est situé à un endroit 13 de la ligne, séparé de l'entrée 12 d'une distance  $d$ .

Pour la localisation du défaut 13, on a disposé (figures 1 et 3) un appareil 20 conforme à l'invention, dont la sortie 21 (constituée par les bornes  $21a$  et  $21b$  de la figure 3) est connectée à l'entrée 12 (bornes  $12a$ ,  $12b$ ) de la ligne 10.

L'appareil 20 représenté schématiquement sur la figure 1 comprend essentiellement un générateur de haute tension à faible intensité 22, un générateur de moyenne tension à moyenne

- 4 -

intensité 23 et un générateur de basse tension à haute intensité 24, et un dispositif de commande 25. Le dispositif de commande 25 relie en parallèle les trois générateurs 22, 23, 24 à la sortie 21 de l'appareil 20, symboliquement par l'intermédiaire de

5 trois interrupteurs respectifs 22a, 23a, 24a constitués par les lames de relais à organes de commande 22b, 23b, 24b. Le dispositif de commande 25 comporte un élément de commande 26 ayant une entrée connectée à la sortie 21 de l'appareil et des sorties respectivement connectées aux organes de commande de relais 22b, 23b,

10 24b.

En pratique, l'appareil 20 comportera un ohmmètre 27 mettant l'opérateur à même de contrôler l'état de la ligne. Cet ohmmètre est relié à la sortie 21 de l'appareil 20 par l'intermédiaire d'un interrupteur 27a constitué par un relais à organe de commande 27b connecté à une sortie de l'élément de commande 26, et injecte normalement en continu dans la ligne 10 un courant continu constant pour indiquer, de manière classique, la valeur de la résistance électrique de la ligne. En outre, l'appareil 20 sera généralement associé à un dispositif 28 de

20 détermination de la distance  $d$  du défaut devenu franc 13 relativement à l'entrée 12 de la ligne. Le dispositif 28, de type classique, est aussi symboliquement relié à la sortie 21 de l'appareil 20, par l'intermédiaire d'un interrupteur 28a constitué par un relais à organe de commande 28b connecté à une sortie de

25 l'élément de commande 26.

Le procédé de localisation de défaut conforme à l'invention, qui est exécuté par l'appareil 20 de la figure 1, sera compris en référence au graphe de la figure 2. L'état initial est supposé être celui où les interrupteurs sont tous ouverts,

30 comme illustré. Au début, on ferme l'interrupteur 27a pour connaître, à la lecture de l'ohmmètre, la résistance initiale  $R_0$  de la ligne et, par conséquent, l'importance du défaut. Par pure convention, on estimera qu'une ligne est en dérangement et réparable pour défaut imparfait correspondant à une résistance

35 initiale inférieure à 250 K $\Omega$ . Au commencement du procédé selon l'invention, on ferme l'interrupteur 22a pour appliquer une haute tension  $U_{40}$  de faible intensité, destinée à amorcer un arc électrique entre les conducteurs 10a, 10b de la ligne 10 à

- 5 -

l'endroit du défaut 13. A l'amorçage de l'arc, la résistance de la ligne diminuant, et compte tenu de la résistance interne du générateur 22, une chute de tension à la sortie 21 de l'appareil 20, représentative de la chute de la résistance de la ligne, va être  
 5 détectée et, au-delà d'un seuil de tension  $U_{11}$  prédéterminé, l'élément de commande 26 réagit pour ouvrir l'interrupteur 22a et fermer l'interrupteur 23a. La ligne reçoit alors une moyenne tension  $U_{20}$  de moyenne intensité, destinée à fondre l'isolant 11 au niveau du défaut 13 sans inflammation de l'isolant. Cette phase de procé-  
 10 dé est appelée "phase de brûlage". L'isolant fondant, la tension mécanique existant entre les conducteurs 10a et 10b va les attirer l'un vers l'autre et va diminuer en conséquence la résistance de la ligne. De même que précédemment, cette diminution de la résistance de la ligne va correspondre à une diminution de la tension  $U_{20}$   
 15 et, au-delà d'un seuil de tension  $U_{21}$  prédéterminé, l'élément de commande 26 réagit pour ouvrir l'interrupteur 23a et fermer l'interrupteur 24a. Une basse tension  $U_{30}$  de forte intensité est alors appliquée à la ligne, destinée à souder les deux conducteurs 10a, 10b entre eux à l'endroit 13. Cette phase est donc appelée "phase  
 20 de soudage". Quand le soudage a lieu, la résistance de la ligne diminue considérablement et, par suite, la valeur de  $U_{30}$  chute. Après une chute jusqu'à une valeur  $U_{31}$  détectée par l'élément de commande 26, celui-ci ouvre l'interrupteur 24a. La phase classique de détermination de la distance  $d$  peut alors être effectuée effi-  
 25 cacement avec une grande précision, en fermant l'interrupteur 28a.

Les valeurs des tensions impliquées sont déterminées en pratique en fonction de la nature de la ligne et de conditions données. C'est ainsi, qu'éventuellement, avec le montage de la figure 1, la haute tension  $U_{10}$  peut être ajustée en fonction  
 30 de la valeur de  $R_0$ , la moyenne tension en fonction de la nature de l'isolant, de l'écartement des conducteurs, etc. Cependant, il est à noter qu'en l'absence d'un ajustage, l'élément de commande ajustera en conséquence, automatiquement, les durées des phases jusqu'à la formation du défaut franc. De même, la phase de souda-  
 35 ge peut être transformée en coupure, si, à la suite du rapprochement des conducteurs, l'un d'eux au moins se casse. Cette coupure sera détectée par l'élément de commande 26, qui pourra

- 6 -

régir en conséquence, et en tout cas par l'ohmmètre 27. Par ailleurs, les valeurs limites des tensions  $U_{11}$ ,  $U_{21}$  et  $U_{31}$  seront déterminées en fonction notamment de la résistance interne des générateurs et des résultats d'expérience. A titre d'exemple,  $U_{10}$  peut varier de 1 400 à 2 000 V,  $U_{20}$  de 600 à 800 V, et  $U_{30}$  peut être une tension nominale de 24 V, toutes ces tensions étant continues. Toutefois, il est clair que l'invention peut s'appliquer aux tensions alternatives. Pour les valeurs de tension indiquées précédemment, on a observé les intensités suivantes. Lors de la phase d'amorçage la valeur moyenne d'intensité est de l'ordre de 10 mA, une intensité dépassant 100 mA faisant changer de phase ; lors de la phase de brûlage, la valeur moyenne est de l'ordre de 100 mA, une intensité supérieure à 300 mA faisant changer de phase ; et lors de la phase de soudage, une intensité de 4A termine le procédé de l'invention.

De cette description il ressort que le procédé de l'invention peut être aisément généralisé en remplaçant les générateurs 22, 23 et 24 par un générateur de tension et intensité variables, celles-ci étant ajustées en continu par un dispositif de commande réagissant aux variations de la résistance de la ligne jusqu'à l'obtention du défaut franc.

On trouve sur la figure 3 un exemple de réalisation concrète du dispositif 20 représenté sur la figure 1. Les composants essentiels du dispositif 20 y sont référencés par les mêmes chiffres, à savoir les générateurs 22, 23 et 24 et le dispositif de commande 25. De même qu'à la figure 1, le dispositif de commande inclut l'élément de commande 26 et le relais (24a, 24b). Le relais (22a, 22b) diffère du relais (22a, 22b) de la figure 1 par son fonctionnement, celui-ci demeurant fermé durant les deux phases d'amorçage et de brûlage du fait de la structure commune des générateurs 22, 23 de la figure 3. Le relais (23a, 23b), fonctionne en inverse du relais (23a, 23b). L'ohmmètre 27 et le dispositif 28 ont été omis à la figure 3.

Plus précisément, le générateur de basse tension 24 est une batterie d'accumulateurs. Les générateurs 22, 23 comprennent d'abord un oscillateur (à 7KHz par exemple) formé d'un amplificateur 30 dont la sortie est rebouclée par une résistance 31 à son entrée, celle-ci étant reliée à la terre par un condensateur

- 7 -

32. La sortie de l'oscillateur attaque une bascule JK, 33, divisant les signaux par deux et délivrant à ses deux sorties Q,  $\bar{Q}$  des signaux symétriques en opposition de phase. La sortie de l'oscillateur commande en outre une bascule monostable 34 délivrant  
 5 des impulsions de durée ajustable au moyen de la résistance variable 34a. Les signaux sortant de Q et  $\bar{Q}$  sont respectivement modulés en fonction des impulsions sortant de la bascule monostable 34 par deux portes NON-ET 35, 36, dont les sorties respectives attaquent des amplificateurs 37, 38 à gain réglable, ajusté par l'élément de commande 26 via la connexion 39. Les sorties  
 10 des amplificateurs 37 et 38 sont reliées au primaire 40a d'un transformateur 40 (un tore de puissance par exemple) à secondaire 40b. La bobine du primaire 40a a son point milieu relié à une tension de fonctionnement  $V_0$  par l'interrupteur 22'a.  
 15 Une extrémité du secondaire est mise à la terre via l'interrupteur 23'a, tandis que l'autre extrémité comporte un dispositif de redressement-filtrage composé des condensateurs 41, 42 et des diodes 43, 44, 45, 46 et appliqué directement à la sortie 21a de l'appareil 20, l'autre 21b étant mise à la terre. Quant à l'élément  
 20 de commande, il inclut un élément de traitement 47 et un système déterminant les seuils des tensions  $U_{11}$ ,  $U_{21}$  et  $U_{31}$  qui est formé des trois amplificateurs différentiels 48, 49, 50 ayant une entrée commune reliée à la sortie 21a par l'intermédiaire du pont diviseur de tension 51, 52, et une autre entrée reliée à une  
 25 tension de référence  $V_1$  par l'intermédiaire des résistances variables 53, 54, 55.

En fonctionnement, l'interrupteur 22'a charge le transformateur 40. La tension  $U_{10}$  correspond à la fermeture de l'interrupteur 23'a, et la tension  $U_{20}$  à son ouverture, puisqu'alors  
 30 le dispositif de redressement-filtrage fonctionne en redressement double alternance. L'intensité est aussi réglable par action sur 34a et sur les amplificateurs 37, 38.

Il est important que, dans le cas de moyens de commutation tels qu'illustrés sur les figures 1 et 3, cette commutation  
 35 ne désamorce pas l'arc électrique déclenché lors de la première phase du procédé. A cet effet, les relais électromécaniques illustrés à titre d'exemple sur les dessins doivent être suffisamment rapides, compte tenu des paramètres tels que la nature du câble (écartement des conducteurs notamment), l'importance du



- 8 -

défaut et la structure de l'appareil de localisation de ce défaut. Sinon, il va de soi que ces relais devront être réalisés au moyen d'éléments électroniques tels que transistors et diodes selon des montages bien connus en soi.

5 Par exemple, étant donné les intensités de courant importantes au niveau du relais 24a-24b, celui-ci sera de préférence réalisé par de tels éléments électroniques et sera commandé en fonction du courant que le générateur 24 injecte dans la ligne et qui est détecté par une résistance représentée sur la figure 10 3 en 56. L'élément de commande 26 réagira alors en fonction de la tension détectée aux bornes de la résistance 56 pour commander le relais 24a-24b ou son équivalent électronique.

Par ailleurs, le montage du générateur 22, 23 illustré sur la figure 3 facilite l'utilisation des relais électromécaniques représentés.

15 Il va de soi que la présente invention est nullement limitée aux modes de réalisation décrits qui ont été donnés à titre purement explicatif. En conséquence, tous moyens équivalents aux moyens ou modes de réalisation décrits, modifications ou 20 variantes de ces moyens ou modes de réalisation font également partie de la présente invention telle que définie par les revendications ci-après.

REVENDICATIONS

1. Procédé de localisation d'un défaut d'isolement sur une ligne électrique comprenant au moins deux conducteurs séparés par un isolant, du type comprenant l'application d'une haute tension sur la ligne, caractérisé en ce que ladite haute tension est destinée à amorcer un arc électrique entre les conducteurs et possède à cet effet une faible intensité, et en ce qu'il consiste, après l'amorçage dudit arc électrique, à diminuer la tension tout en accroissant l'intensité du courant en fonction de la résistance électrique de la ligne de façon à fondre ledit isolant à l'endroit du défaut, puis à souder les conducteurs entre eux ou à détruire au moins l'un d'eux à l'endroit du défaut.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la diminution de tension avec accroissement d'intensité est faite par paliers, comprenant successivement l'application d'une moyenne tension de moyenne intensité destinée à fondre l'isolant à l'endroit du défaut et d'une basse tension de haute intensité en vue de souder les conducteurs entre eux.

3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que la commutation successive entre lesdites haute, moyenne et basse tensions est faite quand chacune de ces tensions tombe en dessous d'une valeur de seuil donnée.

4. Appareil pour la mise en oeuvre du procédé de la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens générateurs de tension et courant variables et des moyens de commande réagissant à la résistance électrique de la ligne pour faire varier simultanément ladite tension d'une valeur maximale à une valeur minimale et ledit courant d'une intensité minimale à une intensité maximale.

5. Appareil selon la revendication 4, caractérisé en ce que les moyens générateurs de tension comprennent trois générateurs délivrant respectivement une haute tension de faible intensité, une moyenne tension de moyenne intensité et une basse tension de forte intensité et en ce que les moyens de commande comprennent des moyens pour commuter ces générateurs en fonction des variations de la résistance de la ligne.

6. Appareil selon la revendication 5, caractérisé en

- 10 -

ce que la commutation est faite quand chacune desdites tensions tombe en dessous d'une valeur de seuil donnée.

7. Appareil selon la revendication 5, caractérisé en ce que les moyens de commutation précités ont une structure adaptée à éviter tout désamorçage de l'arc pendant le déroulement du procédé.

1/2

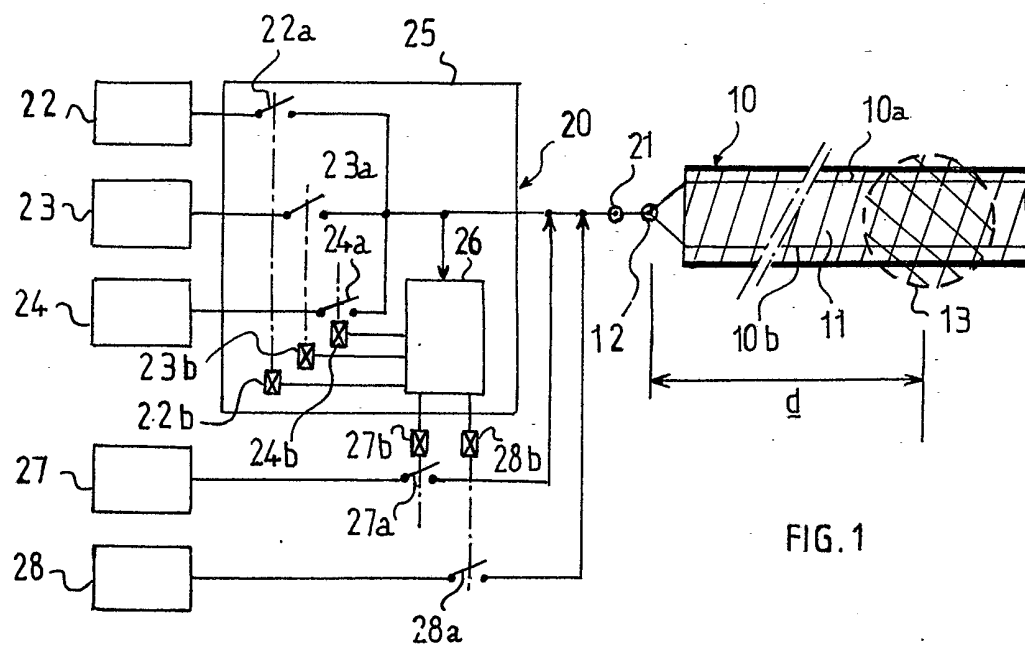


FIG. 1

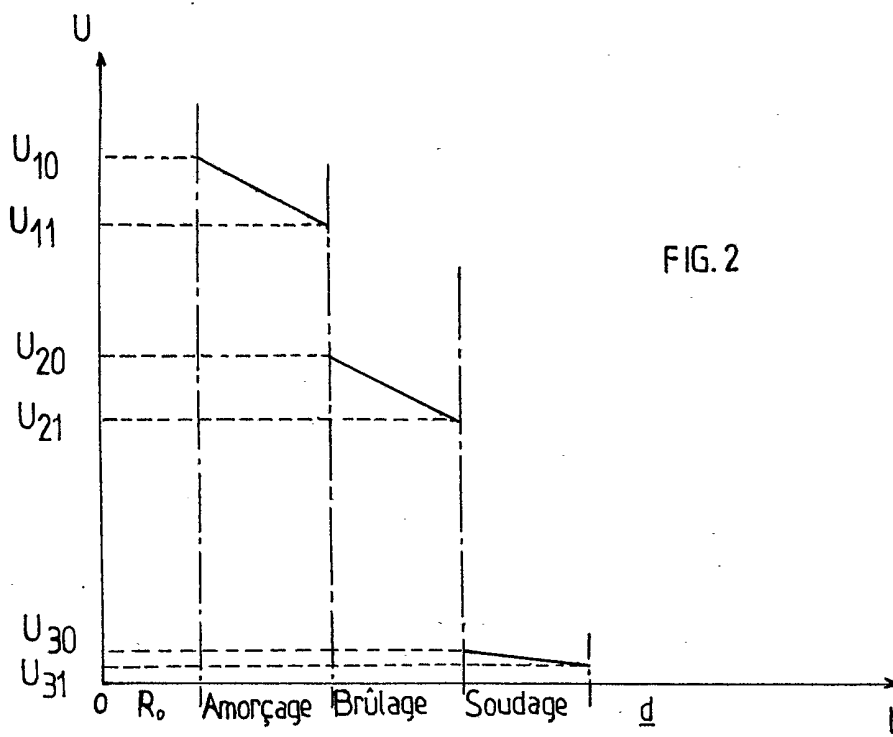


FIG. 2

