

rl



MINISTÈRE DES AFFAIRES ÉCONOMIQUES

N° 882.452

Classif. Internat. : **B05B G05B**

Mis en lecture le :

16 -07- 1980

Le Ministre des Affaires Economiques,

Vu la loi du 24 mai 1854 sur les brevets d'invention ;

Vu le procès-verbal dressé le 26 mars 1980 à 15 h. 35
au Service de la Propriété industrielle ;

ARRÊTE :

Article 1. — *Il est délivré à la Sté dite : RANSBURG CORPORATION,*
3939 West 56th Street, Indianapolis, Indiana 46208 (Etats-
Unis d'Amérique),

repr. par le Bureau Gevers S.A. à Bruxelles,

un brevet d'invention pour : Dispositif de revêtement électrostatique,

Article 2. — *Ce brevet lui est délivré sans examen préalable, à ses risques et périls, sans garantie soit de la réalité, de la nouveauté ou du mérite de l'invention, soit de l'exactitude de la description, et sans préjudice du droit des tiers.*

Au présent arrêté demeurera joint un des doubles de la spécification de l'invention (mémoire descriptif et éventuellement dessins) signés par l'intéressé et déposés à l'appui de sa demande de brevet.

Bruxelles, le 15 avril 1980

PAR DÉLÉGATION SPÉCIALE :

Le Directeur

L. SALPETEUR

30 23409
002452

M E M O I R E D E S C R I P T I F

déposé à l'appui d'une demande de

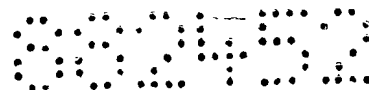
BREVET D'INVENTION

au nom de :

RANSBURG CORPORATION

pour :

"Dispositif de revêtement électrostatique"



La présente invention concerne un circuit de commande, et porte plus particulièrement sur un circuit de commande pour un appareil de revêtement électrostatique, destiné à empêcher une décharge électrique disruptive. De façon générale, les articles qui doivent être revêtus par un appareil de revêtement électrostatique sont transportés par un convoyeur qui les fait passer devant l'appareil de revêtement. Ces articles sont soumis non seulement à un mouvement de translation par rapport à l'appareil, mais également à un mouvement d'oscillation, par exemple un mouvement de balancement qui les approche et les éloigne de l'électrode à haute tension de l'appareil de revêtement.

Dans les dispositifs industriels de revêtement électrostatique, on utilise des alimentations continues à haute tension pour obtenir entre une paire de bornes des potentiels continus élevés, par exemple 140 kV. L'une des bornes est généralement à la masse ou à un potentiel voisin de la masse, tandis que l'autre borne est maintenue à un potentiel élevé (fréquemment négatif). Cette borne de potentiel élevé est connectée à un dispositif de charge qui charge les particules du matériau de revêtement. Le matériau de revêtement se présentant sous forme de particules chargées se déplace dans le champ électrique établi entre le dispositif de charge et l'article, en direction de ce dernier, est projeté sur l'article, et se colle à lui. L'article est généralement maintenu à un potentiel bas, par exemple voisin de celui de la masse, comme la borne de potentiel bas de l'alimentation à haute tension.

Dans les installations automatiques caractéristiques de revêtement électrostatique, les articles à revêtir sont fréquemment transportés par un convoyeur, et peuvent donc se balancer librement d'avant en arrière dans la direction du dispositif de charge. Lorsqu'un article à revêtir s'approche du dispositif de charge, il peut y avoir une augmentation très rapide du gradient de potentiel entre le dispositif de charge, qui est à un potentiel élevé, et l'article, qui est généralement à un potentiel voisin de celui de la masse. La rapidité de l'augmentation du gradient dépend en partie de la rapidité du mouvement de balancement de l'article. Les valeurs maximales et minimales du gradient de potentiel dépendent de l'amplitude du balancement de

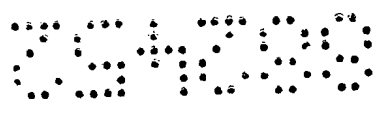
l'article. Le courant qui circule entre le dispositif de charge et l'article, et qui résulte en partie du déplacement des particules chargées du matériau de revêtement dans l'espace qui sépare le dispositif de charge de l'article, suit les variations du gradient de potentiel entre l'article et le dispositif de charge. Ainsi, ce courant augmente lorsque l'écartement entre l'article et le dispositif de charge diminue et s'approche d'une valeur minimale, et diminue lorsque l'écartement entre l'article et le dispositif de charge augmente et s'approche d'une valeur maximale. Ces caractéristiques des appareils de revêtement de ce type sont largement exposées dans les brevets US 3 851 618, 3 875 892 et 3 894 272.

On voit que la possibilité d'une décharge disruptive dans l'espace qui sépare le dispositif de charge des articles se déplaçant librement constitue un danger important résultant du mouvement des articles à revêtir par rapport au dispositif de charge. Il est donc évidemment souhaitable d'employer un dispositif qui empêche cette décharge disruptive.

Les opérateurs des appareils de revêtement électrostatique peuvent occasionnellement occuper des postes de travail très proches du dispositif de charge, des articles revêtus, ou des deux. En outre, certains matériaux utilisés dans l'opération de revêtement, ou dans des opérations connexes, sont volatils. Ainsi, l'atmosphère qui entoure l'appareil de revêtement peut être chargée des vapeurs de ces matériaux, et de nombreux matériaux de revêtement sont inflammables. En outre, l'atmosphère qui entoure l'appareil de revêtement contient souvent en suspension de très fines particules du matériau de revêtement lui-même. Les dangers que représente la possibilité d'amor-

gation d'un arc sous une tension élevée entre le dispositif de charge et l'article à revêtir montrent l'intérêt d'un dispositif capable de prévoir avec une précision raisonnable les conditions conduisant à l'amorçage d'un arc, et capable d'empêcher cet amorçage. En outre, l'amorçage d'un arc sous une tension élevée peut naturellement détériorer des organes de l'appareil de revêtement électrostatique lui-même, par exemple l'alimentation à haute tension.

Comme il est indiqué dans les brevets mentionnés précédemment, il y a un grand intérêt à pouvoir prévoir les conditions



tions qui favorisent l'amorçage d'un arc sous une tension élevée. L'appareil décrit dans ces brevets est commandé par une telle prévision de façon à réduire le potentiel du dispositif de charge à un niveau inférieur, pour éviter l'amorçage d'un arc. Les 5 dispositifs de l'art antérieur prévoient l'existence de conditions conduisant à l'amorçage d'un arc en divisant en deux intervalles d'échantillonnage la durée de fonctionnement de l'appareil. Pendant le premier intervalle d'échantillonnage, on contrôle la valeur d'un paramètre de fonctionnement de l'alimenta- 10 tion à haute tension, par exemple le courant de sortie entre les bornes de l'alimentation à haute tension, et on détermine une valeur de crête pour ce paramètre. On conserve cette valeur de crête pendant le second intervalle d'échantillonnage. Au cours de ce second intervalle d'échantillonnage, on compare en perma- 15 nence le même paramètre avec la valeur enregistrée, pour obtenir un signal de différence.

Si la valeur du signal de différence dépasse une valeur maximale prédéterminée, le paramètre contrôlé présente une varia- 20 tion supérieure à celle qui correspond généralement aux conditions de fonctionnement normales. Cette variation excessive du paramètre laisse prévoir l'amorçage d'un arc sous haute tension. En cas de détection de cette variation excessive, le dispositif engendre un signal qui déclenche un organe accouplé à l'alimenta- 25 tion à haute tension. Cet organe réduit très rapidement le potentiel entre les bornes de sortie de l'alimentation à haute tension, pour le ramener à une valeur nominale ou nulle. Cette procédure comprenant une opération d'échantillonnage-blocage et de comparaison est généralement appelée "détection de pente".

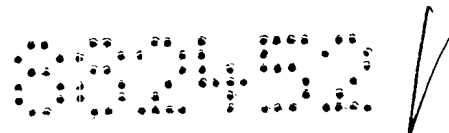
Lorsqu'on utilise des articles de taille et de forme 30 variables, les dispositifs de sécurité fonctionnant par détection de pente et du courant de sortie de crête, ou par détection d'une surcharge statique, sont fréquemment déclenchés du fait des différences importantes du courant de revêtement qui circule pour les articles de surface réduite et pour les arti- 35 cles de surface importante. De ce fait, les opérateurs tentent souvent de bloquer le fonctionnement des dispositifs de sécurité fonctionnant par détection de pente ou par détection de surcharge statique.

Le dispositif de l'invention constitue un perfectionnement à ces dispositifs de l'art antérieur. Il comporte une commande automatique de calibre qui fournit une meilleure protection contre l'amorçage d'arcs sous haute tension lorsque l'opérateur tente de bloquer le fonctionnement des dispositifs de sécurité fonctionnant par détection de pente et/ou des dispositifs de sécurité fonctionnant par détection d'un courant de surcharge statique, qui équivalent de nombreux appareils de l'art antérieur.

10 L'invention a pour but de réaliser un dispositif de commande perfectionné destiné à prévoir des conditions de proximité immédiate entre un article à revêtir et un dispositif de charge, et à réduire à une valeur nominale le potentiel qui est appliqué au dispositif de charge, en réponse à cette prévision.

15 Selon l'invention, un dispositif destiné à commander la tension entre une paire de bornes comporte une alimentation qui applique une tension sur les bornes. Un organe détecte le courant de sortie qui circule entre les bornes. Un organe est branché entre les bornes pour couper la tension qui leur est appliquée. L'organe de coupure possède au moins une électrode de commande. Le dispositif comporte un circuit de commande et un premier circuit qui branche le circuit de commande à l'organe de détection pour appliquer sur une borne d'entrée du circuit de commande un signal lié au courant de sortie. Le circuit de commande comporte un second circuit qui engendre un premier signal d'entrée qui présente une différence fixe prédéterminée et qui peut être modifiée de façon sélective, par rapport au signal lié au courant de sortie. Le circuit de commande comporte en outre un circuit échantillonneur-bloqueur qui échantillonne le premier signal d'entrée au cours d'intervalles d'échantillonnage successifs, et qui enregistre le premier signal d'entrée entre ces intervalles. Un premier comparateur du circuit de commande compare la valeur échantillonnée du premier signal d'entrée à la valeur réelle du signal lié au courant, et engendre un premier signal de sortie lorsque la valeur réelle dépasse la valeur échantillonnée. Un organe couple le premier comparateur à l'électrode de commande, le premier signal de sortie commandant l'organe de coupure. Le circuit de commande comporte en outre un troisième circuit qui engendre un second signal d'entrée

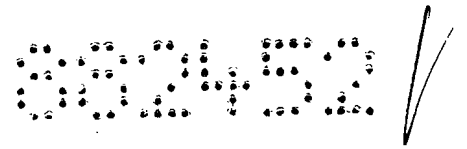




qui est lié au premier signal d'entrée par un coefficient multiplicateur prédéterminé qu'on peut modifier de façon sélective. Un second comparateur du circuit de commande compare la valeur échantillonnée du premier signal d'entrée à la valeur réelle du 5 second signal. Le second comparateur engendre un second signal de sortie lorsque la valeur réelle du second signal d'entrée dépasse la valeur échantillonnée du premier signal d'entrée. Un organe couple le second comparateur à l'électrode de commande, et le second signal de sortie commande également l'organe de 10 coupure.

En outre, conformément à l'invention, un dispositif automatique destiné au dépôt électrostatique d'un revêtement comprend un organe qui détecte la tension appliquée entre les bornes à haute tension. Un transformateur de haute tension com- 15 porte un enroulement primaire et un enroulement secondaire, l'enroulement primaire comportant au moins une borne pour appliquer une tension relativement basse à cet enroulement, et au moins une borne pour commander le courant qui circule dans l'enroulement primaire, à partir de la borne d'alimentation à basse 20 tension. La borne de commande est connectée à un organe qui commute le courant circulant dans l'enroulement primaire. Un générateur de signal de commutation commande l'organe de commutation. Un organe redresse les variations de tension induites dans l'enroulement secondaire en réponse à la commutation du 25 courant dans l'enroulement primaire. L'organe de redressement est branché à l'enroulement secondaire et aux première et seconde bornes à haute tension. Le dispositif comporte un organe qui fournit la tension relativement basse. Un organe qui régule l'application de la tension relativement basse à l'enroulement primaire 30 est branché en série entre l'organe qui fournit la tension relativement basse et la borne par laquelle cette tension est appliquée à l'enroulement primaire. L'organe de régulation est branché à l'organe de détection, et est commandé par des signaux représentatifs de la haute tension qui proviennent de l'organe 35 de détection, de façon à commander la tension appliquée à la borne de l'enroulement primaire qui reçoit une tension relativement basse, ce qui permet de commander la haute tension.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre d'un exemple de réalisation et



en se référant aux dessins annexés sur lesquels :

La figure 1 est un schéma, partiellement sous forme synoptique et partiellement sous forme développée d'un dispositif automatique destiné au dépôt électrostatique à haute tension
5 de revêtements.

La figure 2 est un schéma détaillé, partiellement sous forme synoptique et partiellement sous forme développée, d'une partie du dispositif de la figure 1 ;

La figure 3 est un schéma détaillé, partiellement sous
10 forme synoptique et partiellement sous forme développée, d'une autre partie du dispositif de la figure 1 ;

Les figures 4a et 4b sont des schémas développés de deux autres parties du dispositif de la figure 1 ; et

La figure 5 est un schéma détaillé, partiellement sous
15 forme synoptique et partiellement sous forme développée, de différentes autres parties du dispositif de la figure 1.

On se reportera maintenant à la figure 1 qui représente sous forme synoptique un dispositif automatique 10 destiné au dépôt électrostatique à haute tension d'un revêtement sur un
20 article 14, à partir d'une tête de pulvérisation et de charge 12. L'article 14 se déplace devant la tête de pulvérisation et de charge 12 sur un convoyeur.

Le dispositif 10 comporte une alimentation principale 16 qui fournit un courant continu sous une tension intermédiaire,
25 par exemple 28V. En outre, une alimentation auxiliaire 18 fournit un courant continu sous une ou plusieurs tensions basses, par exemple +15V, ou -15V. Dans le mode de réalisation représenté, les alimentations 16, 18 fournissent l'ensemble de l'énergie consommée par le dispositif 10.

30 Le dispositif 10 comporte en outre un panneau de commande et de signalisation 20 qui affiche en permanence les conditions de fonctionnement du dispositif. Pour obtenir la tension élevée nécessaire au dépôt électrostatique, par exemple une tension de -140 kV, le dispositif comporte un circuit de commutation
35 et de régulation 22, et un transformateur de haute tension 24. Le transformateur de haute tension 24 possède un enroulement primaire 26 et un enroulement secondaire 28.

Un redresseur et multiplicateur de haute tension 30 est branché à l'enroulement secondaire 28 du transformateur 24.

L'article 14 est maintenu à un potentiel égal ou voisin de celui de l'une des bornes d'une paire de bornes de sortie de haute tension 32, 34. Le redresseur et multiplicateur de haute tension 30 applique entre les bornes 32 et 34 une différence de 5 potentiel suffisante pour que les particules pulvérisées du matériau de revêtement, par exemple de la peinture, soient attirées vers l'article 14 et se déposent sur celui-ci.

Une horloge 38 attaque le circuit de commutation et de régulation 22 pour commuter l'alimentation principale 16 aux 10 bornes de l'enroulement primaire 26, et pour produire une tension élevée dans l'enroulement secondaire 28.

L'article 14 est généralement transporté par un convoyeur devant la tête de pulvérisation et de charge 12. L'article 14 est ainsi mobile par rapport à la tête de pulvérisation et de 15 charge 12, et il est souhaitable de commander le potentiel entre les bornes de sortie 32 et 34 de façon que ce potentiel soit réduit rapidement à une valeur négligeable au cas où l'article 14 s'approche trop de la tête 12. Ceci est accompli essentiellement dans un but de sécurité, par exemple pour empêcher que les 20 opérateurs du dispositif 10 soient exposés à des arcs sous haute tension, et pour empêcher que ces arcs n'enflamment des corps inflammables qui peuvent se trouver en suspension dans l'air à proximité de la tête de pulvérisation et de charge 12. En outre, l'amorçage d'arcs peut naturellement détériorer le dispositif 25 10 lui-même. Pour éviter ces conditions dangereuses, le dispositif 10 comporte un dispositif de mise en court-circuit en cas de courant élevé, portant la référence 36. Le dispositif de court-circuit 36 est branché au circuit 30 et est capable de réduire très rapidement la différence de potentiel entre les 30 bornes 32 et 34 à une valeur négligeable.

Pour commander le dispositif de court-circuit 36, un circuit de commande par prévision 40 est branché au circuit 30 et au dispositif de court-circuit 36. Le circuit 40 surveille les conditions de fonctionnement du circuit de haute tension 30 35 et le protège contre des conditions indésirables, comme par exemple une surcharge et une mise en court-circuit, en engendrant des signaux de commande pour le dispositif de court-circuit 36 en réponse aux conditions surveillées. Le dispositif de court-circuit 36 répond à ces signaux de commande, comme il a été

indiqué précédemment, en réduisant à une valeur nominale ou nulle la différence de potentiel entre les bornes de sortie 32, 34.

Le circuit de commande par prévision 40 comporte un circuit de protection contre les surcharges statiques, 42, qui est
5 réglé à une valeur maximale admissible absolue du courant entre les bornes 32, 34. Lorsque le circuit de protection contre les surcharges statiques, 42, détecte un courant supérieur à cette limite admissible, il fait fonctionner le dispositif de court-circuit 36. Le circuit 40 comporte en outre un circuit de
10 "différence fixe" ou de "détection de pente", 44, qui comporte une fonction d'échantillonnage et blocage. Le circuit de détection de pente 44 échantillonne à une cadence relativement faible, par exemple 5 Hz, une condition détectée, par exemple le courant qui circule entre les bornes 32, 34 du circuit 30, et compare
15 continuellement la condition échantillonnée et bloquée, au cours de chaque intervalle de blocage, avec la valeur réelle de la condition détectée. Si le courant réel dépasse la valeur enregistrée, ou bloquée, en présentant avec celle-ci une différence au moins égale à une différence fixe, prédéterminée et réglable, le
20 circuit de détection de pente 44 engendre un signal qui fait fonctionner le dispositif de court-circuit 36, ce qui réduit la différence de potentiel entre les bornes 32, 34.

Le circuit de commande par prévision 40 comporte également un circuit auto-adaptatif 46. Lorsque des articles 14 de
25 taille et de forme variables passent devant la tête 12 avec des orientations variables, le courant de crête instantané entre les bornes 32 et 34 peut varier considérablement. Pour éviter d'être fréquemment interrompu dans son travail, l'opérateur peut régler le circuit de protection contre les surcharges statiques
30 42 à une valeur telle que ce circuit ne déclenche pas le dispositif 36. Il peut également régler manuellement le circuit de différence fixe de façon que ce dernier autorise une différence considérable entre les courants qui circulent entre les bornes
32 et 34, pour éviter l'inconvénient d'interruptions fréquentes
35 de son travail, sous l'effet du déclenchement du dispositif de court-circuit par le circuit de différence fixe. Pour éliminer le danger que représente une telle situation, le circuit auto-adaptatif 46 surveille également un paramètre de fonctionnement

du circuit de haute tension 30. Ce paramètre de fonctionnement est généralement lié au courant entre les bornes 32 et 34, et c'est effectivement le cas dans le mode de réalisation décrit.

Comme le circuit de différence fixe 44, le circuit auto-
5 adaptatif 46 surveille continuellement les conditions de fonctionnement. En outre, et comme le circuit de différence fixe 44, le circuit auto-adaptatif 46 compare la valeur échantillonnée et bloquée correspondant à la condition surveillée du circuit de haute tension 30 avec un multiple prédéterminé de la valeur
10 réelle. Ce multiple prédéterminé est réglé avant la mise en fonctionnement du dispositif 10, et tient compte des différences de taille, de forme et d'orientation des articles 14. Dans le mode de réalisation décrit, ce multiple prédéterminé varie de manière discrète. On comprend néanmoins que ce multiple prédé-
15 terminé pourrait varier de façon continue. Le circuit auto-adaptatif 46 supprime donc le danger qui existerait par ailleurs si l'opérateur réglait le circuit de protection contre les surcharges statiques 42 à une valeur très élevée, et réglait à une valeur élevée ou déconnectait le circuit de différence fixe 44, en
20 effectuant le revêtement de pièces de très grandes dimensions. Le circuit auto-adaptatif 46 permet une variation considérable du courant de sortie entre les bornes 32, 34, tout en conservant la capacité de déterminer si une condition de surcharge ou de court-circuit risque d'apparaître entre les bornes 32, 34.

25 On se reportera maintenant à la figure 2, qui montre que les bornes 100, 102 du dispositif 10 sont branchées à une source d'énergie appropriée, par exemple un réseau électrique alternatif monophasé 220V, 50-60 Hz. Un enroulement primaire 104 d'un transformateur d'alimentation principal 106 et un fusible 107
30 sont branchés en série entre les bornes 100, 102. Le transformateur 106 possède un enroulement secondaire 110 aux bornes duquel est branché un redresseur en pont à double alternance 112, de type classique. Le circuit de sortie du redresseur en pont 112 comprend une inductance série de filtrage 114, et une
35 combinaison parallèle constituée par un condensateur de stockage de charge 116 et une résistance 118. La tension continue de valeur intermédiaire mentionnée précédemment apparaît entre deux bornes 119, 120 placées de part et d'autre de la combinaison parallèle 116, 118. La borne 120 correspond à la masse du dispo-

sitif, et sera appelée ci-après "masse".

La partie de la figure 2 correspondant au panneau 20 comporte un inverseur de dérivation de haute tension 121 qui est branché à la borne 119. Un voyant d'alimentation du panneau 5 123 est également branché entre les bornes 119, 120, pour indiquer si l'alimentation principale est en service. Une paire de bornes 124, 126 sont branchées en série avec l'un des pôles 122 de l'inverseur 121. La borne 126 est branchée à la masse. Ce circuit est destiné à permettre à l'utilisateur du dispositif 10 10 de brancher entre les bornes 124 et 126 un ou plusieurs appareils alimentés en courant continu qui doivent fonctionner lorsque le circuit de haute tension ne fonctionne pas. Par exemple, on peut brancher entre les bornes 124 et 126 une pompe à peinture, alimentée en courant continu. Une telle pompe (non 15 représentée) est fréquemment utilisée avec ce type de circuit pour faire circuler des fluides de nettoyage dans l'appareil de peinture, lorsque la haute tension est absente.

Un interrupteur à bouton poussoir 132, fermé au repos, est branché à un pôle 130 de l'inverseur 121. L'interrupteur 20 132 est un interrupteur de haute tension qui fait fonction d'interrupteur d'arrêt et est branché en série avec la combinaison parallèle comprenant une paire de contacts de relais 136 ouverts au repos, et un interrupteur à bouton poussoir 134, ouvert au repos. L'interrupteur 134 est un interrupteur de haute tension. 25 qui fait fonction d'interrupteur de mise en marche. Une borne 137 est connectée au point de jonction des interrupteurs 132 et 134. La combinaison parallèle de l'interrupteur 134 et des contacts de relais 136 est branchée en série avec une paire de contacts de relais 138, fermés au repos, et avec deux paires de 30 bornes 140, 142 et 144, 146, branchées en série, destinées à l'alimentation de divers appareils de l'utilisateur, par exemple un ventilateur de hotte de revêtement (non représenté), et un moteur de convoyeur (non représenté). Ces appareils sont fréquemment utilisés en association avec le dispositif 10 représenté. 35 Un circuit parallèle comprenant une bobine de relais 150 et un voyant "marche" de haute tension 152 est branchée entre la borne 146 et la masse. Une bobine de relais 149 est branchée entre la borne 142 et une borne 151. Une diode 153, destinée à la protection contre les surtensions, est branchée en inverse

aux bornes de la bobine 149.

Une combinaison parallèle comprenant une bobine de relais 154 et un voyant de surcharge 156 est branchée entre le point commun aux interrupteurs 132, 134, et une borne 157. Une paire 5 de contacts de relais 158, ouverts au repos, est branchée entre la borne 157 et la masse.

De plus, un circuit série est branché entre le pôle 130 et une borne 160, et ce circuit comprend une paire de contacts de relais ouverts au repos 164, une paire de contacts de 10 relais ouverts au repos 168, une diode de protection 170, et une paire de contacts de relais fermés au repos 174. Un condensateur de suppression des transitoires est branché entre le pôle 130 et la masse.

Le transformateur d'alimentation principal 106 possède 15 en outre un enroulement tertiaire 186 qui comporte des bornes d'extrémité 188, 190, et une prise centrale 192. L'enroulement 186 attaque l'alimentation auxiliaire 18 par l'intermédiaire des bornes 188, 190, 192.

L'alimentation auxiliaire 18 comprend un redresseur en 20 pont à double alternance 194. Deux condensateurs de filtrage 200, 202 sont branchés en série entre les bornes de sortie 196, 198 du pont redresseur 194. La borne 192 est branchée au point commun des condensateurs 200, 202 et à la masse. La borne 196 est branchée à l'émetteur d'un transistor de régulation série 204, de 25 type PNP. Le collecteur du transistor 204 est relié à une borne 208 par l'intermédiaire d'une résistance de tension de commande 206, branchée en série. La borne 198 est branchée à l'émetteur d'un transistor de régulation série 210, de type NPN. Le collec- 30 teur du transistor 210 est relié à une borne 214 par l'intermédiaire d'une résistance de tension de commande 212, branchée en série. Les tensions détectées aux bornes des résistances 206 et 212 sont appliquées sur des bornes d'un circuit intégré 216 qui, en réponse aux tensions aux bornes des résistances 206 et 212, fournit des tensions de régulation qui sont appliquées aux bases 35 des transistors 204 et 210, respectivement.

Les numéros portés en petits caractères à l'intérieur du bloc qui désigne le circuit intégré 216 sont des numéros d'identification des broches d'un circuit intégré particulier

l'oscillateur unijonction et l'étage immédiatement suivant.

L'émetteur du transistor 258 est branché à la base d'un transistor 274 par l'intermédiaire d'un condensateur 268 et d'un circuit parallèle comprenant un condensateur 270 et une résistance 272. La base du transistor 274 est polarisée par une résistance 276 reliée à la tension +15V. Le collecteur du transistor 274 est branché à la tension +15V par une résistance 278, et son émetteur est relié à la masse par une résistance 280.

Le transistor 274 fournit sur son collecteur une impulsion de sens positif qui est mise en forme dans un multivibrateur monostable 282, constitué par un circuit intégré. Le signal de sortie qui apparaît sur la broche 2 du multivibrateur monostable 282 est appliqué sur une borne d'entrée 7 d'un compteur 284 fonctionnant en diviseur par 7. Le signal de sortie qui apparaît sur la borne 12 du compteur 284 est appliqué sur une borne d'entrée 12 d'une bascule JK 286. Les deux bornes de sortie de la bascule 286, c'est-à-dire les broches 10 et 14, sont branchées respectivement aux bornes d'entrée (broches 7 et 15) d'un inverseur de mise en forme 288, constitué par un circuit intégré. L'oscillateur à transistor unijonction 240 fonctionne approximativement à la fréquence de 50 kHz, si bien qu'il apparaît sur les bornes de sortie 290 et 292 de l'horloge 38 deux trains d'impulsions rectangulaires de sens positif, qui ont une fréquence de 5 kHz, et sont en opposition de phase l'un par rapport à l'autre.

Deux transistors 294, 296 surveillent le fonctionnement de l'horloge 38. Les bases de ces transistors sont reliées respectivement par les résistances 298 et 300 à la borne d'entrée (broche 7) et à la borne de sortie (broche 12) du compteur 284. Les émetteurs des transistors 294 et 296 sont connectés à la masse, et leurs collecteurs sont branchés à la tension d'alimentation +15V, par l'intermédiaire des résistances série 302 et 304, respectivement, et des diodes électroluminescentes 306 et 308, respectivement. Ce circuit fournit ainsi une indication visuelle du fonctionnement de l'horloge 38.

On se reportera maintenant à la figure 4a pour décrire l'enroulement primaire 26 du transformateur de haute tension, et le circuit de commutation et de régulation 22. Les bornes de sortie 290, 292 de l'horloge 38 sont connectées respectivement

aux bases de deux transistors de pré-attaque 318 et 320, par l'intermédiaire du circuit parallèle comprenant le condensateur 310 et la résistance 312, et du circuit parallèle comprenant le condensateur 314 et la résistance 316, respectivement. Les 5 émetteurs des transistors 318 et 320 sont reliés à la masse, et les collecteurs de ces transistors sont branchés à un condensateur d'alimentation 326, par l'intermédiaire des résistances de charge respectives 322 et 324. Une borne du condensateur 326 est branchée à la borne 119 de l'alimentation principale 16 par 10 l'intermédiaire d'une diode 328, et l'autre borne de ce condensateur est branchée à la masse.

Le collecteur du transistor 318 est connecté à deux transistors d'attaque 334 et 336, par l'intermédiaire de deux résistances de base respectives 330 et 332. Le collecteur du 15 transistor 334 est branché au condensateur d'alimentation 326 par une résistance de charge 338. Le collecteur du transistor 336 est branché à la masse par une résistance 340. Les émetteurs des transistors 334 et 336 sont tous deux connectés à la masse. Le collecteur du transistor d'attaque 334 est branché à la base 20 d'un transistor d'attaque 342. Le collecteur du transistor d'attaque 342 est branché à une ligne de tension de régulation 346 par une résistance de charge 344. L'émetteur du transistor 342 est branché au collecteur du transistor 336 et à la base d'un transistor de sortie 348. L'émetteur du transistor 348 est 25 branché à la masse. Le collecteur du transistor 348 est branché à une borne 350 de l'enroulement primaire 26 du transformateur de haute tension 24. Le collecteur du transistor 348 est également branché à la cathode d'une diode zener 352, destinée à l'élimination des transitoires. L'anode de la diode zener 352 30 est branchée à la masse.

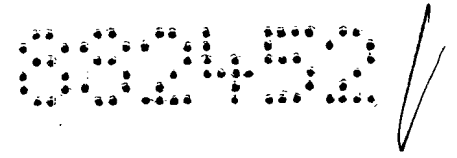
Le collecteur du transistor de pré-attaque 320 est branché respectivement à deux transistors d'attaque 358 et 360, par l'intermédiaire de deux résistances de base 354 et 356. Le collecteur du transistor 358 est branché au condensateur d'alimentation 326 par une résistance de charge 362. Le collecteur 35 du transistor 360 est branché à la masse par une résistance 364. Les émetteurs des transistors 358, 360 sont tous deux connectés à la masse. Le collecteur du transistor 358 est également branché à la base d'un transistor d'attaque 366. Le collecteur

du transistor d'attaque 366 est branché par une résistance de charge 368 à la ligne de tension de régulation 346. Le collecteur du transistor 360 est branché à l'émetteur du transistor 366 et à la base d'un transistor de sortie 370. Le collecteur du transistor de sortie 370 est branché à une borne 372 de l'enroulement primaire 26 du transformateur de haute tension 24. Le collecteur du transistor 370 est également branché à la cathode d'une diode zener 374, destinée à la suppression des transitoires, et l'anode de cette diode est branchée à la masse.

10 Les différents étages à transistors branchés entre la borne 290 de l'horloge 38 et la borne 350 de l'enroulement primaire 26 du transformateur de haute tension amplifient le signal appliqué sur la borne 290, de façon que lorsque le signal d'horloge présente une transition positive, le transistor de sortie 15 348 passe en saturation, ce qui place la borne 350 à un potentiel voisin de celui de la masse. Lorsque le signal appliqué sur la borne 290 présente une transition négative, le transistor de sortie 348 est amené au blocage, ce qui fait disparaître le potentiel de masse sur la borne 350. Les différents étages à 20 transistors branchés entre la borne d'horloge 292 et la borne 372 de l'enroulement primaire 26 du transformateur de haute tension sont attaqués par le signal d'horloge de phase opposée qui est appliqué sur la borne 292. Lorsque le signal appliqué sur la borne 292 présente une transition positive (ce qui correspond à une transition négative du signal sur la borne 290), 25 le transistor de sortie 370 est amené en saturation, ce qui place la borne 372 à un potentiel voisin de celui de la masse. Lorsque le signal appliqué à la borne 292 présente une transition négative (ce qui correspond à une transition positive du 30 signal sur la borne 290), le transistor de sortie 370 est amené au blocage, ce qui fait disparaître le potentiel voisin de la masse sur la borne 372.

L'enroulement primaire 26 du transformateur de haute tension est alimenté en courant par une prise centrale 376. La 35 prise 376 est branchée à la ligne de tension de régulation 346 par un fusible de protection 378 et une paire de contacts de relais 380, ouverts au repos.

Les bases des deux transistors 382 et 384 sont connec-



la borne 398.

Du fait que la majeure partie de ce bruit alternatif correspond à la cadence de commutation de 5 kHz ou à des multiples de cette cadence, on utilise dans le mode de réalisation 5 décrit un filtre présentant une fréquence de coupure très inférieure à 5 kHz. Le filtre 400 représenté est un filtre actif à trois pôles du type généralement appelé filtre de Butterworth. Le filtre 400 a une fréquence de coupure de 100 Hz. La borne 398, qui est la borne d'entrée du filtre 400, est connectée par 10 trois résistances 402, 404, 406, branchées en série, à la borne d'entrée directe (broche 3) d'un amplificateur opérationnel en circuit intégré, 408. Par la suite, on appellera simplement "amplificateurs" les dispositifs de ce type, en notant que le mode de réalisation de l'invention qui est représenté utilise 15 largement les circuits intégrés.

Le point commun aux résistances 402 et 404 est branché à la masse par un circuit parallèle comprenant un condensateur 410 et une diode zener 411. La broche 3 de l'amplificateur 408 est branchée à la masse par un condensateur 412. La borne de 20 sortie (broche 6) de l'amplificateur 408 est ramenée par un condensateur 414 au point commun des résistances 404 et 406. La broche 6 est également branchée à la borne d'entrée inverseuse (broche 2) de l'amplificateur 408 par l'intermédiaire d'une résistance de contre-réaction 416. La broche 2 est branchée à 25 la masse par un condensateur 418.

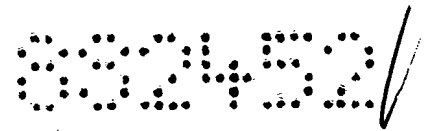
Le signal de sortie qui apparaît sur la broche 6 de l'amplificateur 408 est appliqué par une résistance 420 sur la borne d'entrée inverseuse (broche 14) d'un amplificateur 422. La borne d'entrée directe (broche 13) de l'amplificateur 422 30 est branchée à la masse par une résistance 424. Une résistance de contre-réaction 426 est branchée entre la borne de sortie (broche 12) de l'amplificateur 422, et la broche 14 de l'amplificateur.

La broche 12 de l'amplificateur 422 est également bran- 35 chée à la cathode d'une diode 428 dont l'anode est branchée à la base d'un transistor d'attaque 432 par une résistance série 430. La base du transistor 432 est branchée à la masse par une résistance 434. L'émetteur du transistor 432 est branché à la tension d'alimentation -15 V par une paire de résistances 436 et

Le circuit de régulation représenté sur la figure 4a comporte en outre un circuit de réglage de haute tension 472 qui agit par l'intermédiaire du régulateur de haute tension. Le circuit 472 comprend une diode zener 474 dont la cathode est branchée à la masse et dont l'anode reçoit la tension de -15 V par l'intermédiaire d'une résistance série 476. Un potentiomètre de réglage de haute tension 478 et une paire de contacts de relais 480, ouverts au repos, sont branchés en série aux bornes de la diode zener 474. Le curseur du potentiomètre 478 est branché par une résistance série 482 à la borne d'entrée inverseuse (broche 6) d'un amplificateur 484. La borne d'entrée directe (broche 5) de l'amplificateur 484 est branchée à la masse par une résistance 486. La borne de sortie (broche 4) de l'amplificateur 484 est branchée à la broche 6 de cet amplificateur par une résistance de contre-réaction 488. La broche 4 de l'amplificateur 484 est également branchée à la masse par l'intermédiaire de deux résistances 490 et 492 connectées en série.

La borne de sortie (broche 4) de l'amplificateur 484 est en outre branchée à une borne d'un condensateur de démarrage progressif 498, par l'intermédiaire de deux résistances 494 et 496 qui sont branchées en série et qui définissent une constante de temps. L'autre borne du condensateur 498 est branchée à la masse. Une diode 500 est branchée en parallèle sur la résistance 496 pour définir une constante de temps de décharge du condensateur 498 différente de sa constante de temps de charge.

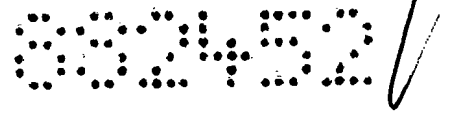
Le point commun à la diode 500 et au condensateur 498 est branché à une borne d'entrée directe (broche 9) d'un amplificateur 502. La borne d'entrée inverseuse (broche 8) et la borne de sortie (broche 10) de l'amplificateur 502 sont réunies ensemble, ce qui fait fonctionner l'amplificateur 502 en amplificateur non inverseur. La broche 10 de l'amplificateur 502 est également branchée par une résistance série 504 à la borne d'entrée inverseuse (broche 1) d'un amplificateur 506. La borne d'entrée non inverseuse (broche 2) de l'amplificateur 506 est branchée par une résistance série 508 au point commun aux résistances 490 et 492. Une résistance de contre-réaction 510 est branchée entre la borne de sortie (broche 3) de l'amplificateur 506 et la broche 1 de cet amplificateur. La broche 3 de l'amplificateur 506 est en outre branchée à l'anode d'une diode 512



dont la cathode est branchée à une borne 514. Un circuit indicateur 516, comprenant une diode électroluminescente commandée par un transistor, et de structure similaire aux circuits indicateurs décrits précédemment, fournit une indication visuelle du signal 5 sur la borne 514. La borne 10 de l'amplificateur 502 est également branchée à la borne d'entrée inverseuse (broche 14) de l'amplificateur 422, par l'intermédiaire des résistances 518 et 520 connectées en parallèle.

La majeure partie des circuits comprenant les amplificateurs 484, 502 et 506 et les éléments associés sera décrite ultérieurement en relation avec le circuit de commande 40 (figures 1 et 5). Cependant, on notera pour l'instant que le potentiel de réglage de haute tension fourni par le potentiomètre 478 est appliqué par les amplificateurs 484 et 502 à la borne d'entrée inverseuse (broche 14) de l'amplificateur 422. On voit que ces signaux commandent de façon linéaire les transistors de sortie de régulation 456, 458 et 460 d'une manière similaire à celle selon laquelle les signaux liés à la haute tension réelle, appliqués sur la borne 398 du filtre de Butterworth 400, commandent 20 les transistors 456, 458 et 460.

On se référera maintenant à la figure 4b pour décrire le redresseur et multiplicateur de haute tension 30. Dans le mode de réalisation considéré, la haute tension est une tension négative de valeur élevée, par exemple une tension continue de 25 - 140 kV. Pour engendrer cette haute tension, on effectue un redressement et une multiplication dans le circuit 30 des variations de tension induites dans l'enroulement secondaire 28 du transformateur de haute tension 24. Le facteur de multiplication du circuit 30 est égal à six, à titre d'exemple. Douze diodes de 30 redressement à haute tension 522 à 544 sont branchées en série entre la borne 546 de l'enroulement secondaire 28 et la borne négative de haute tension 548. Six paires de condensateurs de stockage de charge branchés en série, 550, 552; 554, 556; 558, 560; 562, 564; 566, 568; et 570, 572 sont branchées respective- 35 ment entre l'anode de la diode 522 et l'anode de la diode 530; la cathode de la diode 524 et la cathode de la diode 532; l'anode de la diode 530 et l'anode de la diode 538; la cathode de la diode 532 et la cathode de la diode 540; l'anode de la diode 538 et l'anode d'une diode zener 580 dont la cathode est branchée à

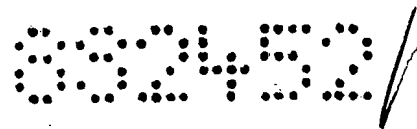


la borne 546; et la cathode de la diode 540 et l'autre borne 582 de l'enroulement secondaire 28.

Une résistance série de valeur élevée 584 est branchée entre la borne négative de haute tension 548 et la borne de
5 sortie 32. Un circuit série comprenant une résistance 586 et les bornes principales de courant 588 et 590 du dispositif de court-circuit 36 est branché entre la borne 32 et la masse. Les bornes 588 et 590 sont les bornes fermées au repos d'un relais commandé par une bobine. La bobine de commande 592 de ce relais
10 est branchée en série entre la borne 160 du panneau de commande 20 (figure 2) et la masse. Une diode zener bidirectionnelle 598 est également branchée entre la borne 160 et la masse, et empêche l'apparition de tensions excessives aux bornes de la bobine 592.

15 Le circuit de haute tension 30 comporte en outre certains circuits de détection. Une borne d'une résistance 600 de très forte valeur est branchée à la borne 548. L'autre borne de la résistance 600 est branchée à un circuit parallèle comprenant un voltmètre de haute tension 602 et une résistance de défini-
20 tion de calibre 604. L'autre borne de ce circuit parallèle est la borne 398 du filtre actif 400 de la figure 4a. Un circuit parallèle comprenant une résistance de valeur élevée 606 et un condensateur 608 est branché entre la borne 398 et la masse. Dans le circuit comprenant les résistances 600 et 606, la valeur
25 de la résistance du circuit parallèle comprenant le voltmètre de haute tension 602 et la résistance de définition de calibre 604 est négligeable par rapport aux valeurs des résistances 600 et 606. Les résistances 600 et 606 constituent donc un diviseur de tension de résistance extrêmement élevée branché entre la borne
30 548 et la masse. Comme il a été mentionné précédemment, on dispose sur la borne 398 d'un signal de tension qui est lié directement à la haute tension sur la borne 548.

Une borne d'un circuit parallèle comprenant un microampèremètre 610 et une résistance de définition de calibre 612 est
35 branchée à la borne 546 de l'enroulement secondaire 28. Un circuit parallèle comprenant un condensateur 614 et une résistance 616 est branché entre l'autre borne 618 du circuit microampèremètre-résistance de définition de calibre, et la masse. Du fait que le point commun au condensateur de haute tension 568 et à la diode

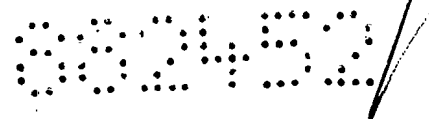


zener 580 est à la masse, la borne 618 est maintenue à un potentiel légèrement positif (inférieur ou égal à la tension de claquage de la diode zener 580). De plus, du fait que le circuit du microampèremètre 610 est branché entre la borne 546 de l'enroulement secondaire 28 et la masse, on voit que le courant qui circule dans ce circuit est égal au courant qui circule entre les bornes 32 et 34 du circuit de haute tension 30. Ainsi, la tension de la borne 618 est toujours directement proportionnelle au courant qui circule entre les bornes 32 et 34. L'importance de ce fait ressortira de la description ci-après du circuit de commande par prévision 40.

On se reportera maintenant à la figure 5 qui représente un schéma partiellement sous forme synoptique et partiellement sous forme développée du circuit de commande par prévision 40 de la figure 1. Le signal représentatif du courant qui circule entre les bornes 32 et 34 du circuit de haute tension 30 est appliqué à un second filtre actif à trois pôles 620, à partir de la borne 618. Le filtre 620 est un filtre de Butterworth et est similaire au filtre 400 de la figure 4a.

Le filtre actif 620 comprend trois résistances série 622, 624, et 626 branchées entre la borne 618 et la borne d'entrée directe (broche 3) d'un amplificateur 628. La borne de sortie (broche 6) de l'amplificateur 628 est branchée par une résistance de contre-réaction 630 à la borne d'entrée inverseuse (broche 2) de cet amplificateur. Un condensateur 632 et une diode zener 634 sont branchés entre le point commun aux résistances 622 et 624, et la masse. L'anode de la diode 634 est connectée à la masse. Un condensateur 636 est branché entre la broche 3 et la masse, et un condensateur 638 est branché entre la broche 6 et le point commun aux résistances 624 et 626. La broche 2 est branchée à la masse par une résistance 640. Un circuit indicateur 642, comprenant une diode électroluminescente commandée par un transistor, fournit une indication visuelle de la présence d'un signal sur la borne de sortie de l'amplificateur 628 du filtre 620.

La borne de sortie (broche 6) de l'amplificateur 628 est branchée par une résistance 644 à la borne d'entrée inverseuse (broche 6) d'un amplificateur 646 du circuit de différence fixe 44. La borne d'entrée directe (broche 5) de l'amplifica-



Une fois que cet échantillon de tension est enregistré dans le condensateur 720, l'interrupteur s'ouvre et la tension enregistrée demeure constante jusqu'au début de l'intervalle d'échantillonnage suivant. Dans le mode de réalisation considéré, la cadence d'échantillonnage est de 5 Hz, et l'intervalle de blocage est de 200 ms.

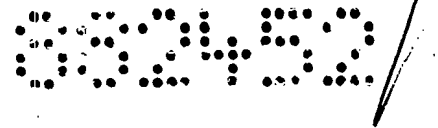
Un circuit indicateur 719 est également branché à la borne de sortie (broche 2) du circuit de mise en forme 714. Le circuit indicateur 719 comporte une diode électroluminescente commandée par un transistor qui fournit une indication visuelle de la présence d'un signal sur la broche 2 du circuit 714.

La tension enregistrée dans le condensateur 720 est appliquée sur la borne d'entrée directe (broche 3) d'un amplificateur 722. La borne de sortie (broche 6) de l'amplificateur 722 est branchée à sa borne d'entrée inverseuse (broche 2), ce qui fait fonctionner l'amplificateur 722 en amplificateur non inverseur.

La borne de sortie (broche 6) de l'amplificateur 722 est branchée par une résistance série 724 à la borne d'entrée directe (broche 5) d'un amplificateur 726. La borne de sortie (broche 7) de l'amplificateur 726 est branchée à la broche 6 de cet amplificateur par une résistance de contre-réaction 728. La borne de sortie (broche 7) de l'amplificateur 646 est branchée par une résistance 730 à la borne d'entrée inverseuse (broche 6) de l'amplificateur 726.

L'amplificateur 726 est un comparateur qui compare un signal lié à la valeur instantanée réelle du courant qui circule entre les bornes 32 et 34 du circuit de haute tension 30 (signal qui est appliqué sur la borne d'entrée inverseuse (broche 6) du comparateur), et un signal qui est lié à la valeur échantillonnée et bloquée de ce courant, qui est enregistrée dans le condensateur 720 pendant chaque intervalle d'échantillonnage, comme il a été indiqué précédemment. Ce dernier signal est appliqué sur la broche 5 du comparateur 726.

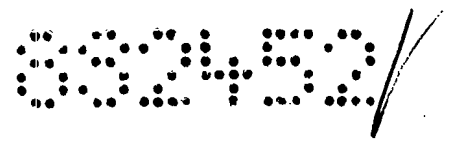
Le signal de sortie du filtre 620, qui apparaît sur la broche 6 de l'amplificateur 628, est appliqué par une résistance 652 à un point de sommation correspondant au point commun aux résistances 652 et 654. Une tension de référence établie entre la tension + 15 V et la masse par la matrice de résistances 655,



échantillonneur synchronisé 700. Les alimentations + 15 V et -15 V appliquent respectivement des tensions aux broches 4 et 11 de l'échantillonneur synchronisé 700. L'alimentation + 15 V applique également une tension sur la broche 14 de cet échantillonneur par l'intermédiaire d'une résistance série 702. Cette tension est régulée par une diode zener 704 qui est branchée à la broche 14.

L'échantillonneur 700 est synchronisé par un signal obtenu à partir de l'horloge 38. Un signal à 5 kHz provenant de l'horloge 38 de la figure 3 est appliqué sur une borne 706 d'un diviseur 707 du circuit 40. La borne 706 est branchée à une borne d'entrée (broche 6) d'un circuit intégré 708 fonctionnant en diviseur par 10. La borne de sortie (broche 12) du circuit 708 est branchée à la borne d'entrée (broche 6) d'un circuit intégré 710 fonctionnant en diviseur par 10. La borne de sortie (broche 12) du circuit 710 est branchée à la borne d'entrée (broche 6) d'un circuit intégré 712 fonctionnant en diviseur par 10. Ces trois circuits diviseurs par 10, 708, 710 et 712, montés en cascade, divisent par un facteur 1000 la fréquence des impulsions à 5 kHz qui sont appliquées sur la broche 6 du circuit diviseur par 10 708. Il apparaît ainsi sur la borne de sortie (broche 12) du circuit 712 (diviseur par 10) des impulsions d'une fréquence de 5 Hz. Ces impulsions à 5 Hz sont mises en forme dans un circuit intégré de mise en forme 714 qui est branché à la broche 12 du circuit intégré 712. La borne de sortie (broche 2) du circuit de mise en forme 714 est branchée à la masse par l'intermédiaire d'un diviseur de tension de type série comprenant les résistances 716 et 718. Le point commun aux résistances 716 et 718 est branché aux bornes d'entrée de synchronisation 12 et 13 de l'échantillonneur synchronisé 700.

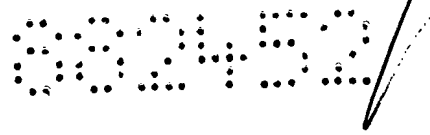
L'échantillonneur synchronisé 700 fonctionne comme s'il comprenait un interrupteur qui se ferme pour connecter ensemble ses broches 8 et 10 pendant un bref intervalle d'échantillonnage qui suit chaque impulsion de sens positif appliquée sur ses broches 12 et 13. La fermeture de cet interrupteur applique la tension présente sur la broche 8 de l'échantillonneur 700 aux bornes d'un condensateur échantillonneur-bloqueur 720 qui est branché entre la broche 10 de l'échantillonneur 700 et la masse.



teur 646 est branchée à la masse par une résistance 648. La borne de sortie (broche 7) de l'amplificateur 646 est branchée à la broche 6 de cet amplificateur par une résistance de contre-réaction 650.

5 La borne de sortie (broche 6) de l'amplificateur 628 est en outre branchée par deux résistances série 652 et 654 à une matrice de résistances 655, à commutation manuelle. La matrice 655 comprend un ensemble de 8 interrupteurs 656 à 670 qui peuvent être actionnés sélectivement. Huit résistances 672
10 à 686 sont branchées en série, et l'extrémité de ce circuit série qui correspond à une borne de la résistance 686 est branchée à la masse, tandis que l'extrémité de ce circuit qui correspond à une borne de la résistance 672 est branchée à une borne d'une résistance 688. L'autre borne de la résistance 688 est
15 branchée à la masse. Tous les interrupteurs 656 à 670 ont une borne branchée à la résistance 654, et la borne restante de l'interrupteur 656 est branchée au point commun aux résistances 672 et 688. Ce point commun est également branché à la tension +15V par une résistance 690. La borne restante de l'interrupteur
20 658 est branchée au point commun aux résistances 672 et 674. La borne restante de l'interrupteur 660 est branchée au point commun aux résistances 674 et 676. La borne restante de l'interrupteur 662 est branchée au point commun aux résistances 676 et 678. La borne restante de l'interrupteur 664 est branchée au
25 point commun aux résistances 678 et 680. La borne restante de l'interrupteur 666 est branchée au point commun aux résistances 680 et 682. La borne restante de l'interrupteur 668 est branchée au point commun aux résistances 682 et 684. La borne restante de l'interrupteur 670 est branchée au point commun aux résis-
30 tances 684 et 686.

Le point commun aux résistances 652 et 654 est branché à l'entrée inverseuse (broche 2) d'un amplificateur de sommation 692. La borne d'entrée directe (broche 3) de l'amplificateur 692 est branchée à la masse par une résistance 694. La borne de
35 sortie (broche 1) de l'amplificateur 692 est branchée à la broche 2 de cet amplificateur par une résistance de contre-réaction 696. La borne de sortie de l'amplificateur 692 est également branchée à une borne d'entrée (broche 8) d'un circuit intégré



commutée manuellement, est appliquée au point de sommation par la résistance 654. Ces deux tensions sont appliquées sur la borne d'entrée inverseuse (broche 2) de l'amplificateur de sommation 692.

5 Il est important de noter que la somme de ces deux tensions représente la composante continue réelle du courant qui circule entre les bornes 32 et 34, augmentée d'une certaine tension de différence fixe établie par la tension de référence +15 V et la matrice de résistances 655. Ainsi, le signal de
10 tension qui apparaît sur la borne de sortie (broche 1) de l'amplificateur 692 est lié à la composante continue réelle du courant circulant entre les bornes 32 et 34, augmentée de la différence fixe. Ce signal est enregistré dans le condensateur échantillonneur-bloqueur 720 pendant chaque intervalle d'échantillonnage.
15 La tension enregistrée est bloquée jusqu'au début de l'intervalle d'échantillonnage suivant. La tension enregistrée est appliquée à la borne d'entrée directe (broche 5) du comparateur 726, par l'intermédiaire de l'amplificateur non inverseur 722 et de la résistance 724.

20 Le signal de sortie de l'amplificateur 628 du filtre 620 est également appliqué par un amplificateur inverseur 646 et une résistance 730 à la borne d'entrée inverseuse (broche 6) du comparateur 726. Si pendant le revêtement d'une pièce 14 le signal lié à la valeur réelle du courant qui circule entre les
25 bornes 32 et 34, appliqué sur la broche 6 du comparateur 726, dépasse le signal échantillonné, la borne de sortie du comparateur 726 (broche 7) passe à un potentiel positif. On considèrera ultérieurement la signification de ce potentiel positif.

La broche 1 de l'amplificateur de sommation 692 est
30 également branchée à une seconde matrice de résistances 732, commutée manuellement, appartenant au circuit de détermination automatique de distance 46. La matrice 732 comprend huit résistances 734 à 748 branchées en série. Une borne de la résistance 748 est branchée à la masse par l'intermédiaire d'une résistance
35 série 750. Comme la matrice de résistances décrite précédemment, la matrice 732 est commandée par huit interrupteurs 752 à 766.

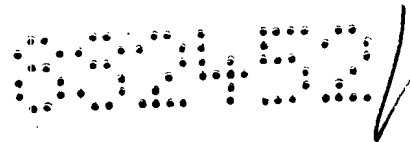
Le point commun aux résistances 734 et 736 est branché à une borne de l'interrupteur 752. Le point commun aux résistances 736 et 738 est branché à une borne de l'interrupteur 754.

Le point commun aux résistances 738 et 740 est branché à une borne de l'interrupteur 756. Le point commun aux résistances 740 et 742 est branché à une borne de l'interrupteur 758. Le point commun aux résistances 742 et 744 est branché à une borne
5 de l'interrupteur 760. Le point commun aux résistances 744 et 746 est branché à une borne de l'interrupteur 762. Le point commun aux résistances 746 et 748 est branché à une borne de l'interrupteur 764. Le point commun aux résistances 748 et 750 est branché à une borne de l'interrupteur 766. Les autres bor-
10 nes des interrupteurs 752 à 766 sont reliées ensemble.

Les bornes communes des interrupteurs 752 à 766 sont toutes branchées par une résistance série 768 à une borne d'en-
trée inverseuse (broche 2) d'un amplificateur 770. Une borne d'entrée directe (broche 3) de l'amplificateur 770 est branchée
15 par une résistance série 772 à la borne de sortie (broche 6) de l'amplificateur 722. La borne de sortie (broche 1) de l'amplificateur 770 est branchée par une résistance de contre-réaction 774 à la borne d'entrée inverseuse (broche 2) de cet amplifi-
20 cateur. L'amplificateur 770 fonctionne en comparateur et compare le même signal que le comparateur 726, à savoir le signal lié à la valeur échantillonnée du courant qui circule entre les bornes 32 et 34 du circuit de haute tension 30, et un signal lié à la valeur réelle du courant qui circule entre les bornes 32 et 34.

25 La borne de sortie du comparateur 726 est branchée à une ligne de commande 779 par une diode 776 et une résistance 778 branchées en série. La borne de sortie (broche 1) du comparateur 770 est branchée à la ligne de commande 779 par une diode 782 et une résistance 784, branchées en série.

30 Une diode zener bidirectionnelle 786 est branchée entre la ligne de commande 779 et la masse. La ligne de commande 779 est également connectée au collecteur d'un transistor de commande 788. L'émetteur du transistor 788 est branché à la masse. La base du transistor 788 est branchée par une résistance
35 série 790 à une borne 514 du circuit de commutation et de régulation (figure 4a). La tension sur la borne 514 commande ainsi la tension sur la ligne de commande 579, pour une raison qui sera expliquée ultérieurement.

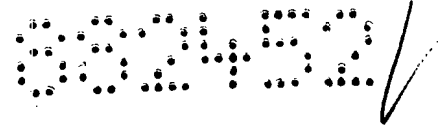


La gâchette d'un thyristor 792 est branchée à la ligne de commande 779 par une diode 793 et une résistance 794 connectées en série. La gâchette du thyristor 792 est également branchée à la masse par un circuit de mise en forme comprenant une
5 résistance 795 et un condensateur 796 branchés en parallèle. Une diode zener bidirectionnelle 797 est branchée en parallèle avec le circuit de mise en forme pour protéger la gâchette du thyristor 792. La cathode du thyristor 792 est branchée à la masse, et l'anode de ce thyristor est branchée à la borne 157 de la bobine
10 154 appartenant au panneau 20 (voir figure 2).

La ligne de commande 779 est également branchée à la gâchette du thyristor 798. Un condensateur 799 et une résistance 800 sont branchés en parallèle entre la gâchette du thyristor 798 et la masse. La cathode du thyristor 798 est branchée à la
15 masse, et l'anode de ce thyristor est connectée à la base d'un transistor 802. La base du transistor 802 est reliée à son collecteur par une résistance série 804. Le collecteur du transistor 802 est branché à la borne 137 du panneau de commande. L'émetteur du transistor 802 est branché à l'anode d'une diode
20 803 dont la cathode est branchée à la masse par l'intermédiaire d'une résistance 804 et d'une diode électroluminescente 806 connectées en série.

La cathode de la diode 803 est également branchée à une borne d'un circuit parallèle comprenant une diode zener bidirectionnelle 808 et une bobine de relais rapide 810. L'autre borne
25 du circuit parallèle 808, 810 est branchée à la masse. Ainsi, la tension sur la ligne de commande 779 commande également la conduction du thyristor 798, qui commande à son tour la conduction du transistor 802 et la circulation du courant dans la bobine 810.
30 L'importance de ce fait sera expliquée ultérieurement. La diode 806 fournit une indication visuelle de l'excitation de la bobine 810.

Le circuit de commande par prévision 40 comporte également un circuit de protection contre le courant de surcharge
35 statique, 42. Le circuit 42 comprend un amplificateur-comparateur 812. La borne d'entrée directe (broche 3) de l'amplificateur 812 est branchée par une résistance 814 au curseur d'un potentiomètre 816. Les autres bornes du potentiomètre 816 sont branchées

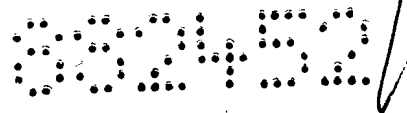


respectivement à la masse et à la cathode d'une diode zener 818. L'anode de la diode zener 818 est branchée à la masse. La cathode de la diode zener 818 est également branchée à l'alimentation + 15 V par une résistance série 820.

5 La borne d'entrée inverseuse (broche 2) de l'amplificateur 812 est branchée par une résistance 822 à la borne de sortie (broche 6) de l'amplificateur 628 du filtre actif 620. Une résistance de contre-réaction 824 est branchée entre la borne de sortie (broche 1) de l'amplificateur 812 et la borne d'entrée
10 inverseuse de cet amplificateur. La borne de sortie de l'amplificateur 812 est également branchée à la masse par l'intermédiaire d'une diode 826, d'une résistance 828 et d'une diode zener bidirectionnelle 830. Le point commun à la résistance 828 et à la diode zener 830 est branché par une résistance de verrouillage
15 de carte 832 à la base d'un transistor de commutation de relais principal 834. La base du transistor 834 est branchée à la masse par une résistance 835. L'émetteur du transistor 834 est branché à la masse. Le collecteur du transistor 834 est branché à la borne 51 du panneau de commande (voir figure 2).

20 La borne de sortie de l'amplificateur 812 est également branchée par une résistance 836 à la borne d'entrée inverseuse (broche 6) d'un amplificateur 838. La borne d'entrée directe (broche 5) de l'amplificateur 838 est branchée à la masse par une résistance 840. La borne de sortie (broche 7) de l'amplifica-
25 teur 838 est branchée par une résistance de contre-réaction 842 à la borne d'entrée inverseuse de cet amplificateur. La borne de sortie de l'amplificateur 838 est branchée par une diode 844 au point commun à la diode 793 et à la résistance 794, dans le circuit de gâchette du thyristor 792.

30 On expliquera maintenant le fonctionnement du dispositif 10, en se référant tout d'abord à la figure 2. Lorsque les bornes 100 et 102 reçoivent la tension alternative du réseau, les tensions + 15 V et - 15 V apparaissent rapidement sur les bornes 201 et 214, respectivement, de l'alimentation à basse tension 18.
35 On dispose ainsi des tensions nécessaires à l'alimentation de tous les circuits intégrés du dispositif. Cependant, ce n'est qu'au bout d'une durée plus longue que la tension d'alimentation apparaît entre les bornes 119 et 120 du circuit d'alimentation en tension principal 16. Ainsi, tous les circuits de commande,



etc..., du dispositif fonctionnent bien avant que le potentiel continu d'alimentation normal de -140 kV apparaisse entre les bornes 32 et 34. Du fait que le circuit de commutation et de régulation 22 et le circuit de commande 40 comprennent des
5 moyens sensibles à la tension entre les bornes 32 et 34, et au courant entre ces bornes, on voit qu'il convient d'employer un circuit de retard au démarrage pour empêcher un déclenchement erroné du dispositif de court-circuit 36 par ces circuits, jusqu'à ce que le potentiel d'alimentation normal soit établi entre
10 les bornes 119 et 120 et les bornes 32 et 34.

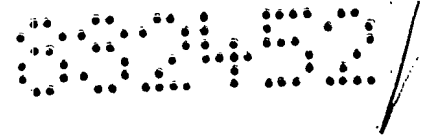
Cette fonction de retard au démarrage est incorporée dans le circuit de commutation et de régulation 22 de la figure 4a. En considérant spécialement le potentiomètre de réglage de haute tension 478 et les composants associés, on voit que les
15 contacts de relais 480, ouverts au repos, n'appliquent au potentiomètre 478 le potentiel de commande provenant de l'alimentation - 15 V qu'après que la bobine 150 du panneau 20 a été excitée (voir figure 2). Ceci ne se produit qu'après la fermeture manuelle de l'interrupteur à bouton poussoir 154 qui commande la
20 mise en marche de la haute tension. De façon caractéristique, l'opérateur du dispositif 10 ne ferme l'interrupteur 134 que lorsqu'il est certain que le potentiel d'alimentation normal est disponible entre les bornes 119 et 120 de l'alimentation principale 16. Lorsque les contacts 480 sont fermés, c'est-à-dire
25 lorsque la bobine 150 de la figure 2 est excitée, la broche 4 de l'amplificateur 484 se trouve à un potentiel positif. Ce potentiel positif charge le condensateur de démarrage 498 par les résistances 494 et 496. Le potentiel positif apparaît également aux bornes du diviseur de tension 490, 492, et sur la borne
30 d'entrée directe (broche 2) de l'amplificateur 506. Le potentiel de démarrage aux bornes du condensateur 498 est appliqué par l'amplificateur 502 sur la broche 1 de l'amplificateur 506. Tant que le signal présent sur la broche 1 de l'amplificateur 506 est supérieur au potentiel sur la broche 2 de cet amplificateur,
35 la borne de sortie (broche 3) de l'amplificateur 506 demeure positive. Le circuit indicateur 516 donne une indication visuelle de cette condition. En outre, ce qui est encore plus important, la borne 514, qui est branchée à la base du transistor de commande 788 de la figure 5, demeure positive. Ainsi, le transis-

tor 788 demeure conducteur et la ligne de commande 779 de la figure 5 demeure approximativement au potentiel de la masse. Une fois que le condensateur de démarrage 498 s'est chargé suffisamment, la broche 3 de l'amplificateur 506 passe à un
5 potentiel bas. Le transistor 788 de la figure 5 cesse de conduire, et la ligne de commande 779 prend alors le potentiel qui lui est appliqué par le circuit de commande 40 (voir figure 5).

Après la période de démarrage, l'opérateur appuie sur le poussoir de l'interrupteur 134 qui commande la mise en
10 marche de la haute tension. Il circule alors un courant dans les interrupteurs 132, 134 et 138, dans les appareils branchés entre les bornes 140 et 142 et entre les bornes 144 et 146, respectivement, et dans la bobine 150. Les contacts 480 de la figure 4a sont ainsi fermés, et le potentiel de réglage de la
15 haute tension apparaît sur la broche 6 de l'amplificateur 484.

En ce qui concerne maintenant le circuit de protection contre les surcharges statiques, 42, de la figure 5, le potentiomètre 816 applique le potentiel de commande lorsque la tension de + 15 V apparaît. Du fait qu'il ne circule aucun courant
20 entre les bornes 32 et 34 immédiatement après la mise sous tension du dispositif 10, il n'apparaît aucun signal de sortie sur la broche 6 de l'amplificateur 628 du filtre de courant 620. La broche 1 de l'amplificateur 812 est positive. Ce potentiel positif est appliqué sur la base du transistor 834, ce qui
25 fait passer ce transistor en saturation, et fait circuler un courant entre la borne 151 du panneau (voir figure 2) et la masse. Ainsi, la bobine 149 du panneau est excitée dès qu'on appuie sur le poussoir de l'interrupteur 134 de ce panneau. Le courant qui circule dans la bobine 149 provoque la fermeture
30 des contacts 136 et 134 du panneau et des contacts 380 du circuit de commutation et de régulation 22 (figure 4a). Lorsque les contacts 380 se ferment, la haute tension apparaît entre les bornes 32 et 34 du circuit 30.

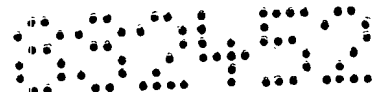
L'application d'un potentiel sur la borne 137 du panneau
35 20 provoque la conduction du transistor 802 de la figure 5. La conduction du transistor 802 excite la bobine de relais rapide 810, ce qui ferme les contacts 168 du panneau 20 et permet la circulation du courant dans la bobine de commande 592 du dispositif de court-circuit 36 de la figure 4b. Les contacts 588 et



590, fermés au repos, s'ouvrent donc et demeurent ouverts jusqu'à ce que le courant qui traverse la bobine 592 soit interrompu.

Le dispositif 10 est maintenant prêt à fournir un potentiel pour l'opération de revêtement. Lorsque les articles 14 commencent à passer devant la tête 12, il circule un courant entre les bornes 32 et 34 sous l'effet des particules chargées de matériau de revêtement qui sont déposées sur les articles 14 à partir de la tête 12. Comme il a été indiqué précédemment, des signaux de tension liés à ce courant apparaissent sur la borne 618 des figures 4b et 5. Ces signaux sont toujours liés directement au courant réel qui circule entre les bornes 32 et 34.

Seule la composante continue des signaux apparaît pratiquement sur la broche 6 de l'amplificateur 628 du filtre 620 de la figure 5. Cette composante est comparée en permanence dans l'amplificateur 812 avec le réglage de courant de surcharge statique du potentiomètre 816. Au cas où la composante continue réelle du courant qui circule entre les bornes 32 et 34 dépasse ce réglage de surcharge statique, la broche 1 de l'amplificateur 812 est ramenée à un potentiel bas. Le transistor 834 est bloqué, et la bobine 149 du panneau 20 cesse d'être excitée. Les contacts 136 et 164 du panneau 20 s'ouvrent, de même que les contacts 380 du circuit de commutation et de régulation 22. Un potentiel élevé apparaît sur la borne de sortie (broche 7) de l'amplificateur 838. Ce potentiel élevé fait circuler un courant dans la gâchette du thyristor 792, ce qui provoque la conduction de ce thyristor et réduit son potentiel d'anode à une valeur choisie du potentiel de la masse. Un courant circule dans la bobine 154 et le voyant 156 du panneau 20. Le courant qui circule dans la bobine 154 ferme les contacts 158, ouverts au repos, ce qui verrouille la bobine 154 dans l'état excité. Le voyant 156 fournit une indication visuelle de l'apparition d'un courant de surcharge. L'excitation de la bobine 154 provoque également l'ouverture des contacts 174 du panneau qui sont ouverts au repos. L'ouverture des contacts 174 interrompt la circulation du courant dans la bobine de commande 592 du dispositif de court-circuit 36. Les contacts 588 et 590 du dispositif de court-circuit 36 se ferment, ce qui

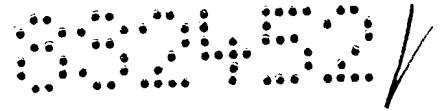


met l'alimentation à haute tension en court-circuit.

On expliquera maintenant le fonctionnement du circuit de différence fixe 44 en supposant que les conditions normales de fonctionnement du dispositif 10 ont été rétablies. Les
5 signaux représentant la composante continue du courant qui circule entre les bornes 32 et 34 sont appliqués par l'amplificateur-inverseur 646 à la borne d'entrée inverseuse (broche 6) du comparateur 726. En outre, ces signaux sont additionnés dans l'amplificateur 692 à un signal de différence fixe provenant de la matrice 655, et la somme est appliquée au circuit
10 intégré échantillonneur-bloqueur 700. Le signal présent sur la broche 1 de l'amplificateur 692 est échantillonné toutes les 200 ms.

Si le courant qui circule entre les bornes 32 et 34
15 ne dépasse pas le courant correspondant à l'intervalle d'échantillonnage augmenté du courant de différence fixe, le signal d'entrée appliqué sur la broche 5 du comparateur 426 est supérieur au signal appliqué sur la broche 6 de ce comparateur, et la borne de sortie (broche 7) du comparateur 726 demeure à un
20 potentiel bas. Cependant, si le courant réel qui circule entre les bornes 32 et 34 au cours de l'intervalle de blocage dépasse cette différence fixe, le potentiel sur la broche 7 de l'amplificateur 726, et donc sur la ligne de commande 779, augmente. Cette augmentation fait circuler un courant dans les gâchettes
25 des thyristors 792 et 798, ce qui amorce ces thyristors. Le transistor 802 est bloqué, ce qui coupe l'excitation de la bobine 810 et ouvre les contacts 168 du panneau 20. Le courant qui circule dans la bobine de commande 592 du dispositif de court-circuit 36 (figure 4b) est interrompu, ce qui met en court-
30 circuit les bornes 32 et 34. La conduction du thyristor 792 excite la bobine 154 du panneau, ce qui ferme les contacts 158 et verrouille la bobine 154 à l'état excité. Le voyant 156 donne une indication visuelle de la coupure de la tension entre les bornes 32 et 34.

35 On considèrera maintenant le circuit auto-adaptatif 46, et on supposera que le dispositif 10 est dans ses conditions normales de fonctionnement. Le signal représentant le courant instantané qui circule entre les bornes 32 et 34, augmenté d'une différence fixe, est appliqué par la broche 1 de l'amplificateur



de sommation 692 à la matrice de résistances 732, à commutation manuelle. La matrice de résistances 732 constitue un diviseur de tension à résistances branché sur la borne d'entrée inverseuse (broche 2) du comparateur 770. La borne d'entrée non inverseuse (broche 3) du comparateur 770 reçoit le signal échantillonné et bloqué lié au courant qui circule entre les bornes 32 et 34 augmenté de la différence fixe, exactement comme la borne d'entrée directe (broche 5) du comparateur 726. Le comparateur 770 compare ainsi le signal échantillonné et bloqué lié au courant qui circule entre les bornes 32 et 34, et un signal atténué lié au courant instantané qui circule entre les bornes 32 et 34. Si le courant instantané, atténué par la matrice de résistances 732, dépasse à un instant quelconque le signal lié au courant échantillonné et bloqué, la borne de sortie (broche 1) du comparateur 770 prend un potentiel positif. Ce potentiel positif apparaît sur la ligne de commande 779.

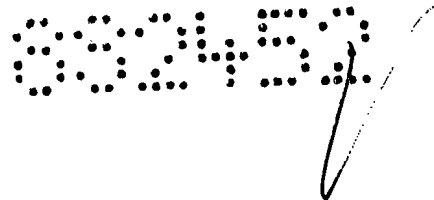
Il est important de noter que le comparateur 770 compare un signal lié au courant échantillonné et bloqué qui circule entre les bornes 32 et 34, et un signal lié au courant instantané réel entre ces bornes. Le comparateur 770 fonctionne donc indépendamment de la valeur absolue du courant qui circule entre les bornes 32 et 34, contrairement au comparateur de différence fixe 726. Le comparateur 770 est au contraire uniquement sensible à la différence entre la valeur instantanée et la valeur échantillonnée et bloquée de ce courant. On voit que le comparateur 770 et les composants associés du circuit 46 sont auto-adaptatifs.

On voit que dans le mode de réalisation considéré le circuit auto-adaptatif 46 ne nécessite pas un circuit échantillonneur-bloqueur propre, du fait qu'il utilise le même signal échantillonné et bloqué que le circuit de différence fixe 44. Ceci réduit le nombre de composants nécessaires au circuit auto-adaptatif. Le circuit auto-adaptatif 46 pourrait recevoir directement des signaux du filtre actif 620, échantillonner et bloquer ces signaux dans son propre circuit échantillonneur-bloqueur similaire au circuit 700, et comparer ces signaux échantillonnés et bloqués avec des signaux représentant un multiple fixe et prédéterminé du signal de sortie du filtre 620. Ce multiple prédéterminé pourrait être réglé à l'aide d'une matrice

7-3, 403
00450

REVENDEICATIONS

1. Dispositif pour commander une tension entre une paire de bornes de sortie, comportant une alimentation destinée à produire la tension, des moyens pour
5 coupler l'alimentation aux bornes de sortie, des moyens pour déceler le courant de sortie circulant entre les bornes, des moyens pour interrompre la tension appliquée, ces moyens d'interruption étant couplés aux bornes et offrant au moins une électrode de commande, un circuit
10 de commande, des premiers moyens de circuit pour coupler ce circuit aux moyens détecteurs afin d'offrir un signal en rapport avec le courant de sortie à une borne du circuit de commande, ce circuit de commande comportant des seconds moyens de circuit pour engendrer un premier
15 signal d'entrée en rapport avec le signal associé au courant de sortie avec une différence fixe prédéterminée pouvant être modifiée sélectivement, des moyens de circuit d'échantillonnage et de retenue pour échantillonner le premier signal d'entrée pendant des intervalles
20 d'échantillonnage successifs et pour conserver la valeur du premier signal d'entrée entre les intervalles d'échantillonnage successifs, et un premier comparateur destiné à comparer la valeur mémorisée avec le signal en rapport avec le courant et pour engendrer un premier
25 signal de sortie lorsque le signal en rapport avec le courant dépasse la valeur mémorisée, et des moyens pour coupler le premier comparateur à l'électrode de commande, le premier signal de sortie commandant les moyens d'interruption, caractérisé en ce que le circuit de commande comporte en outre des troisièmes moyens de circuit
30 destinés à produire un second signal d'entrée en rapport avec le premier suivant un multiplicateur prédéterminé variable sélectivement, et un second comparateur destiné à comparer la valeur mémorisée au second signal d'entrée



lorsque ce dernier dépasse la valeur mémorisée, et des moyens pour coupler le second comparateur à l'électrode de commande, le second signal de sortie commandant également les moyens d'interruption.

5 2. Dispositif suivant la revendication 1, caractérisé en ce que les seconds moyens de circuit comprennent une source de tension de référence, un point de sommation et une première résistance variable sélectivement pour engendrer un signal de différence fixe,
10 la première résistance étant couplée à la source de tension de référence et au point de sommation, les premiers moyens de circuit étant couplés au point de sommation, et un amplificateur de sommation, offrant une borne d'entrée couplée au point de sommation et une borne de sortie
15 couplée au circuit d'échantillonnage et de retenue afin d'engendrer le premier signal d'entrée à une borne d'entrée de ce circuit d'échantillonnage et de retenue.

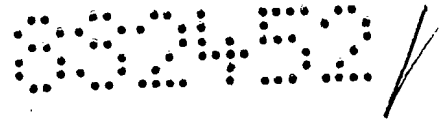
20 3. Dispositif suivant la revendication 2, caractérisé en ce que la première résistance est variable de façon discrète.

 4. Dispositif suivant la revendication 1, caractérisé en ce que les troisièmes moyens de circuit comprennent une seconde résistance variable sélectivement, afin d'ajuster le premier signal d'entrée d'une
25 quantité prédéterminée correspondant au multiplicateur.

 5. Dispositif suivant la revendication 4, caractérisé en ce que la seconde résistance est variable de façon discrète.

30 6. Dispositif suivant la revendication 1, caractérisé en ce que les moyens détecteurs comprennent des moyens de circuit résistifs couplés à la paire de bornes de sortie.

 7. Dispositif suivant la revendication 1, caractérisé en ce que le circuit de commande comprend en



de résistances à commutation manuelle semblable à la matrice 732.

L'invention est applicable à des dispositifs de charge autres que la tête de pulvérisation et de charge du mode de réalisation décrit. L'invention peut ainsi être utilisée avec
 5 un appareil de revêtement électrostatique du type pistolet, ainsi qu'avec d'autres types d'appareils qui communiquent une charge à des particules de revêtement, comme par exemple une peinture liquide pulvérisée, des particules de revêtement en poudre, etc.

Le mode de réalisation qui vient d'être décrit utilise
 10 les composants indiqués ci-après :

| | |
|------------------------------|---------------------|
| Inverseur à haute tension 36 | Kilovac XKC-27 |
| Circuits intégrés | |
| 216 | MC 1468 R |
| 282 | Motorola 667P |
| 15 284 | Motorola 684P |
| 286 | Teledyne 312 AJ |
| 288 | Teledyne 321 AJ |
| 408, 628 | 741 |
| 422, 484, 502, 506 | 1/4 XR 4136 |
| 20 708, 710, 712 | Motorola MC 684 |
| 714 | Motorola MC 667 |
| 700 | National AH 0014 CD |
| 722 | 301 |
| 646, 692, 726, 770 | 1/2 458 |
| 25 812, 838 | " |

Il va de soi que de nombreuses modifications peuvent être apportées au dispositif décrit et représenté, sans sortir du cadre de l'invention.

outre des moyens d'ajustage de courant de surcharge statique variables sélectivement, afin de limiter le débit de courant admissible au maximum entre les bornes de sortie.

5 8. Dispositif suivant la revendication 7, caractérisé en ce que les moyens d'ajustage de courant variables sélectivement comprennent un comparateur avec des première et seconde bornes d'entrée et une borne de sortie, la première borne d'entrée des moyens d'ajus-
10 tage de courant étant couplée aux premiers moyens de circuit, des moyens pour engendrer un signal variable sélectivement en rapport avec le débit de courant admissible au maximum entre les première et seconde bornes, des
15 moyens pour coupler les moyens engendrant un signal variable sélectivement à la seconde borne d'entrée du comparateur d'ajustage de courant et des moyens pour coupler la borne de sortie de ce comparateur à l'électrode de
20 commande, le signal à la borne de sortie du comparateur d'ajustage de courant commandant également les moyens d'interruption.

 9. Dispositif suivant la revendication 1, caractérisé en ce que les premiers moyens de circuit comprennent un filtre destiné à éliminer les composantes de courant alternatif au-dessus d'une fréquence prédé-
25 terminée à partir du signal en rapport avec le courant de sortie.

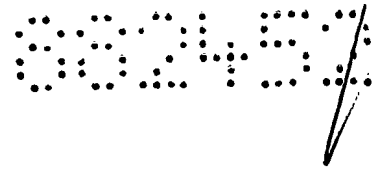
 10. Dispositif suivant la revendication 9, caractérisé en ce que les premiers moyens de circuit comprennent un filtre actif à pôles multiples.

30 11. Dispositif suivant la revendication 10, caractérisé en ce que le filtre est un filtre tripolaire.

 12. Dispositif suivant la revendication 9, caractérisé en ce que la fréquence prédéterminée est d'ap-

proximativement 100 Hz.

13. Dispositif pour le dépôt électrostatique d'un revêtement sur un article, ce dernier pouvant être déplacé par rapport à un dispositif de charge, caracté-
5 risé en ce qu'il comprend une alimentation destinée à produire un courant continu à haute tension, des première et seconde bornes destinées à recevoir la haute tension, des moyens pour coupler les première et seconde bornes à cette alimentation, des moyens pour coupler
10 l'article à l'une des bornes, des moyens pour déceler le courant de sortie circulant entre les bornes, et des moyens pour interrompre la haute tension appliquée, ces moyens d'interruption étant couplés aux première et seconde bornes et comportant au moins une électrode de
15 commande, un circuit de commande à prévision pour commander les moyens d'interruption, des premiers moyens de circuit pour coupler le circuit de commande aux moyens détecteurs afin d'offrir un signal en rapport avec le courant de sortie à une borne du circuit de com-
20 mande, ce dernier comportant des seconds moyens de circuit pour engendrer un signal de différence fixe, des moyens de sommation pour ajouter ce signal de différence fixe au signal en rapport avec le courant et pour produire un signal de somme, les moyens de sommation
25 étant couplés aux premier et second moyens de circuit, des troisièmes moyens de circuit pour échantillonner le signal de somme pendant des intervalles d'échantillonnage successifs et pour mémoriser la valeur du signal de somme entre ces intervalles, des premiers moyens pour
30 comparer le signal mémorisé au signal en rapport avec le courant et pour engendrer un signal de sortie à une borne de sortie lorsque le signal en rapport avec le courant dépasse la valeur mémorisée, des moyens pour coupler la borne de sortie des premiers moyens de compa-



raison à l'électrode de commande, le signal de sortie commandant les moyens d'interruption, des quatrièmes moyens de circuit destinés à engendrer un second signal d'entrée en rapport avec le signal de somme suivant un multiplicateur prédéterminé variable sélectivement, un second comparateur pour comparer la valeur mémorisée au second signal d'entrée et pour engendrer un second signal de sortie lorsque le second signal d'entrée dépasse la valeur mémorisée, et des moyens pour coupler le second comparateur à l'électrode de commande, le second signal de sortie commandant les moyens d'interruption.

14. Dispositif suivant la revendication 13, caractérisé en ce que les premiers moyens de circuit comprennent un filtre pour éliminer pratiquement toute composante de courant alternatif au-dessus d'une fréquence prédéterminée à partir du signal en rapport avec le courant de sortie.

15. Dispositif suivant la revendication 14, caractérisé en ce que le filtre est un filtre actif multipolaire.

16. Dispositif suivant la revendication 13, caractérisé en ce que le circuit de commande comprend en outre des moyens d'ajustage de courant de sortie variables sélectivement pour fixer le débit de courant admissible au maximum entre les première et seconde bornes.

17. Dispositif suivant la revendication 16, caractérisé en ce que les moyens d'ajustage de courant variables sélectivement comprennent un comparateur avec des première et seconde bornes d'entrée et une borne de sortie, la première borne d'entrée du comparateur d'ajustage de courant étant couplée aux premiers moyens de circuit, des moyens pour engendrer un signal variable sélectivement en rapport avec le débit de courant ad-

missible au maximum entre les première et seconde bornes, des moyens pour coupler les moyens engendrant le signal variable sélectivement à la seconde borne d'entrée du comparateur d'ajustage de courant, et des moyens pour
5 coupler la borne de sortie de ce comparateur d'ajustage de courant à l'électrode de commande, le signal à cette borne de sortie commandant les moyens d'interruption.

18. Dispositif de régulation, caractérisé en
10 ce qu'il comprend une alimentation destinée à produire un courant continu à haute tension, cette alimentation comportant un transformateur à haute tension avec des enroulements primaire et secondaire et des moyens pour redresser les variations de tension apparaissant aux
15 bornes de l'enroulement secondaire, des première et seconde bornes auxquelles est appliquée la haute tension, ces bornes étant couplées à l'alimentation, des moyens pour déceler la tension appliquée aux bornes, l'enroulement primaire comportant au moins une borne destinée à
20 la fourniture d'une tension relativement inférieure à cet enroulement et au moins une borne pour commander le débit de courant dans l'enroulement primaire à partir de cette borne d'alimentation à tension inférieure, des
25 moyens pour commuter le débit de courant à travers l'enroulement primaire, les moyens de commutation étant couplés à la borne de commande, des moyens pour fournir la tension relativement inférieure, des moyens pour régler l'alimentation de tension relativement inférieure vers l'enroulement primaire, les moyens de régulation étant
30 couplés entre l'alimentation de tension relativement inférieure et la borne d'alimentation de l'enroulement primaire, et des moyens pour coupler les moyens de régulation aux moyens de détection, ces moyens de régulation étant commandés par des signaux représentant la haute

tension reçus à partir des moyens de détection afin de commander la tension à la borne d'alimentation de l'enroulement primaire.

5 19. Dispositif suivant la revendication 18, caractérisé en ce que les moyens de détection comprennent un diviseur de tension pratiquement résistif couplé entre les première et seconde bornes à haute tension.

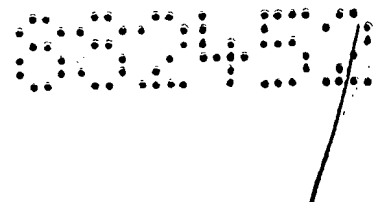
10 20. Dispositif suivant la revendication 18, caractérisé en ce que les moyens de commutation comprennent un circuit d'horloge destiné à engendrer au moins une première impulsion de sortie possédant une fréquence prédéterminée.

15 21. Dispositif suivant la revendication 20, caractérisé en ce que la fréquence est d'approximativement 5 kilohertz.

20 22. Dispositif suivant la revendication 18, caractérisé en ce que l'enroulement primaire comprend deux bornes de commande, une à chaque extrémité de celui-ci, la borne d'alimentation étant prévue sur l'enroulement primaire entre les bornes de commande, les moyens de commutation comportant deux circuits de commutation, un circuit d'horloge destiné à engendrer des premier et second signaux en opposition de phase possédant une fréquence prédéterminée, et des moyens pour coupler le
25 circuit d'horloge aux circuits de commutation.

23. Dispositif suivant la revendication 22, caractérisé en ce que la fréquence est d'approximativement 5 kilohertz.

30 24. Dispositif suivant la revendication 18, caractérisé en ce que les moyens destinés à coupler les moyens de régulation aux moyens de détection comprennent un filtre pour éliminer les composantes de tension en courant alternatif au-dessus d'une fréquence prédéterminée, à partir des signaux représentant la haute ten-



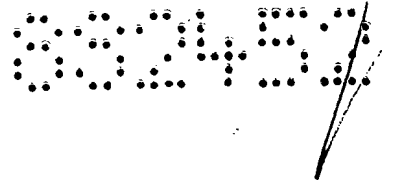
sion.

25. Dispositif suivant la revendication 24, caractérisé en ce que le filtre comprend un filtre actif multipolaire.

5 26. Dispositif suivant la revendication 24, caractérisé en ce que la fréquence prédéterminée est de 100 hertz.

27. Dispositif suivant la revendication 18, caractérisé en ce que les moyens de régulation règlent
10 de façon linéaire l'alimentation en tension relativement inférieure vers la borne d'alimentation de l'enroulement primaire, avec un rapport linéaire pratiquement inverse vis-à-vis de la haute tension détectée.

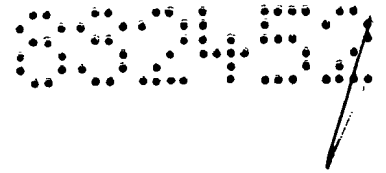
28. Circuit destiné à commander la tension
15 entre une paire de bornes, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens de commutation pour la réduction de la tension entre la paire de bornes, ces moyens de commutation étant couplés à la paire de bornes et comportant au moins une électrode destinée à en commander la commu-
20 tation, des moyens pour déceler le courant de sortie circulant entre les bornes et pour engendrer des signaux représentatifs d'un tel courant de sortie, les moyens de détection étant couplés aux bornes, des moyens pour commander les moyens de commutation, et des moyens pour
25 coupler les moyens de détection aux moyens de commande, ces moyens de commande comportant des moyens pour échantillonner des signaux représentatifs du courant de sortie pendant des intervalles d'échantillonnage successifs et pour mémoriser ces signaux entre des intervalles
30 d'échantillonnage successifs, des moyens pour engendrer un signal de différence fixe pour une combinaison avec les signaux représentatifs du courant de sortie, des moyens pour multiplier les signaux représentatifs du courant de sortie par un multiplicateur fixe présélec-



tionné, un premier comparateur destiné à comparer des signaux mémorisés en rapport avec la somme des signaux en rapport avec le courant de sortie plus le signal de différence fixe, avec des signaux en rapport avec le courant de sortie instantané et pour engendrer un premier signal de commande lorsque le signal instantané est supérieur au signal de somme, un second comparateur destiné à comparer les signaux mémorisés en rapport avec le courant de sortie et les signaux en rapport avec le courant de sortie multipliés pour engendrer un second signal de sortie lorsque les signaux multipliés dépassent les signaux mémorisés, et des moyens pour coupler les premier et second comparateurs à l'électrode de commande, les premier et second signaux de sortie commandant les moyens de commutation.

29. Circuit suivant la revendication 28, caractérisé en ce qu'il comprend en outre des moyens destinés à engendrer un signal en rapport avec le courant de sortie de crête et un troisième comparateur destiné à comparer le signal en rapport avec le courant de sortie de crête et un signal en rapport avec le courant de sortie instantané et pour engendrer un troisième signal de sortie lorsque le signal en rapport avec le courant de sortie instantané est supérieur au signal de courant de crête, et des moyens pour coupler le troisième comparateur à l'électrode de commande, le troisième signal de sortie commandant les moyens de commutation.

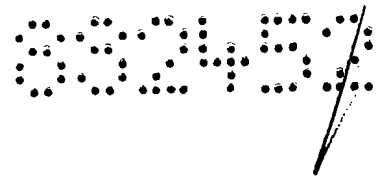
30. Circuit suivant la revendication 28, caractérisé en ce que les moyens destinés à coupler les moyens de détection aux moyens de commande comprennent un filtre destiné à filtrer le signal en rapport avec le courant de sortie fourni par les moyens de détection afin d'offrir un signal en rapport avec le courant de sortie dont les composantes de courant alternatif du



courant de sortie supérieures à une fréquence prédéterminée ont été pratiquement éliminées.

31. Dispositif pour commander la tension entre une paire de bornes de sortie, caractérisé en ce
5 qu'il comprend une alimentation destinée à engendrer la tension, des moyens pour coupler cette alimentation aux bornes de sortie, des moyens pour déceler le courant de sortie circulant entre les bornes, des moyens pour interrompre la tension appliquée, ces moyens d'interrup-
10 tion étant couplés aux bornes et comportant au moins une électrode de commande, un circuit de commande, des premiers moyens de circuit destinés à coupler le circuit de commande aux moyens de détection afin d'offrir un signal en rapport avec le courant de sortie à une borne
15 du circuit de commande, le circuit de commande comportant des moyens de circuit d'échantillonnage et de retenue pour échantillonner un signal en rapport avec le signal en rapport avec le signal de sortie pendant des intervalles d'échantillonnage successifs et pour mémori-
20 ser la valeur de ce signal entre des intervalles d'échantillonnage successifs, des moyens de circuit destinés à engendrer un signal d'entrée en rapport avec le signal en rapport avec le courant de sortie suivant un multiplicateur variable sélectivement non négatif pré-
25 déterminé, et un comparateur destiné à comparer la valeur mémorisée dans les moyens de circuit d'échantillonnage et de retenue avec le signal d'entrée et pour engendrer un signal de sortie lorsque ce signal d'entrée est supérieur à la valeur mémorisée, et des moyens pour
30 coupler le comparateur à l'électrode de commande, le signal de sortie commandant les moyens d'interruption.

32. Dispositif suivant la revendication 31, caractérisé en ce que les premiers moyens de circuit comprennent un filtre pour éliminer les composantes de



5 courant alternatif supérieures à une fréquence prédéterminée à partir du signal en rapport avec le courant de sortie, ce dernier ne contenant ainsi pratiquement que des composantes à basse fréquence et de courant continu du signal de courant de sortie.

33. Dispositif suivant la revendication 32, caractérisé en ce que les premiers moyens de circuit comprennent un filtre actif multipolaire.

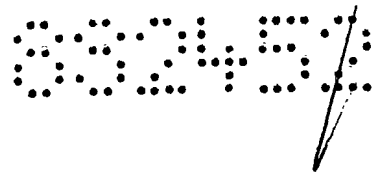
10 34. Dispositif suivant la revendication 33, caractérisé en ce que le filtre est un filtre tripolaire.

35. Dispositif suivant la revendication 32, caractérisé en ce que la fréquence prédéterminée est d'approximativement 100 Hz.

15 36. Dispositif suivant la revendication 31, caractérisé en ce qu'il comprend en outre des moyens de circuit de différence fixe destinés à engendrer le signal en rapport avec le signal en rapport avec le courant de sortie suivant une différence fixe variable
20 sélectivement prédéterminée, les moyens de circuit de différence fixe étant couplés aux premiers moyens de circuit et aux moyens de circuit d'échantillonnage et de retenue.

25 37. Dispositif suivant la revendication 36, caractérisé en ce qu'il comprend en outre un comparateur destiné à comparer la valeur mémorisée dans les moyens de circuit d'échantillonnage et de retenue avec le signal en rapport avec le courant de sortie.

30 38. Dispositif suivant la revendication 36, caractérisé en ce que les moyens de circuit de différence fixe comprennent une source de tension de référence, un point de sommation et une première résistance variable sélectivement pour engendrer un signal de différence fixe, la première résistance étant couplée à la sour-



ce de tension de référence et au point de sommation, les premiers moyens de circuit étant couplés au point de sommation, et un amplificateur de sommation, ce dernier possédant une borne d'entrée couplée au point de sommation et une borne de sortie couplée au circuit d'échantillonnage et de retenue.

39. Dispositif suivant la revendication 38, caractérisé en ce que les premiers moyens de circuit comprennent un filtre actif multipolaire.

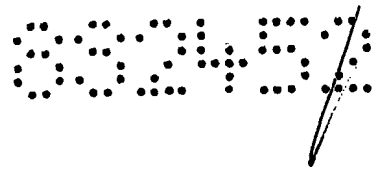
40. Dispositif suivant la revendication 31, caractérisé en ce que les moyens de circuit destinés à engendrer le signal d'entrée comprennent une résistance variable sélectivement pour ajuster le signal en rapport avec le signal en rapport avec le courant de sortie d'une grandeur prédéterminée correspondant au multiplicateur.

41. Dispositif suivant la revendication 40, caractérisé en ce que la résistance est variable de façon discrète.

42. Dispositif suivant la revendication 31, caractérisé en ce que les moyens de détection comprennent des moyens de circuit résistifs couplés à la paire de bornes de sortie.

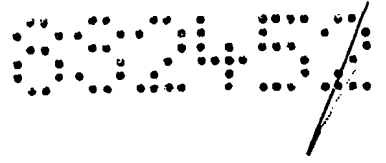
43. Dispositif suivant la revendication 31, caractérisé en ce que le circuit de commande comprend en outre des moyens d'ajustage de courant de surcharge statique variables sélectivement destinés à limiter le débit de courant admissible au maximum entre les bornes de sortie.

44. Dispositif suivant la revendication 43, caractérisé en ce que les moyens d'ajustage de courant variables sélectivement comprennent un comparateur offrant des première et seconde bornes d'entrée et une borne de sortie, la première borne d'entrée du comparateur



d'ajustage de courant étant couplée aux premiers moyens de circuit, des moyens pour engendrer un signal variable sélectivement en rapport avec le débit de courant admissible au maximum entre les première et seconde bornes, des moyens pour coupler les moyens engendrant un signal variable sélectivement à la seconde borne d'entrée du comparateur d'ajustage de courant, et des moyens pour coupler la borne de sortie de comparateur d'ajustage de courant à l'électrode de commande, le signal à la borne de sortie du comparateur d'ajustage de courant commandant également les moyens d'interruption.

45. Dispositif pour commander une tension entre une paire de bornes de sortie, caractérisé en ce qu'il comprend une alimentation destinée à engendrer la tension, des moyens pour coupler l'alimentation aux bornes de sortie, des moyens pour déceler le courant de sortie circulant entre les bornes, des moyens pour interrompre la tension appliquée, les moyens d'interruption étant couplés aux bornes et possédant au moins une électrode de commande, un circuit de commande, des premiers moyens de circuit pour coupler le circuit de commande aux moyens de détection afin d'offrir un signal en rapport avec le courant de sortie à une borne du circuit de commande, ce circuit de commande comportant des moyens de circuit d'échantillonnage et de retenue pour échantillonner un signal en rapport avec le signal en rapport avec le courant de sortie pendant des intervalles d'échantillonnage successifs et pour mémoriser la valeur de ce signal entre les intervalles d'échantillonnage successifs, des moyens de circuit pour engendrer un signal d'entrée en rapport avec le signal en rapport avec le courant de sortie suivant un multiplicateur variable sélectivement non négatif prédéterminé inférieur à 1, et un comparateur destiné à comparer la valeur



mémorisée dans les moyens de circuit d'échantillonnage et de retenue avec le signal d'entrée et pour engendrer un signal de sortie lorsque le signal d'entrée est supérieur à la valeur mémorisée, et des moyens pour coupler le comparateur à l'électrode de commande, le signal de sortie commandant les moyens d'interruption.

46. Dispositif suivant la revendication 45, caractérisé en ce que les premiers moyens de circuit comprennent un filtre destiné à éliminer les composantes de courant alternatif supérieures à une fréquence prédéterminée à partir du signal en rapport avec le courant de sortie, ce signal en rapport avec le courant de sortie contenant ainsi pratiquement uniquement des composantes à basse fréquence et de courant continu du signal de courant de sortie.

47. Dispositif suivant la revendication 45, caractérisé en ce qu'il comprend en outre des moyens de circuit de différence fixe destinés à engendrer le signal en rapport avec le signal en rapport avec le courant de sortie suivant une différence fixe variable sélectivement prédéterminée, les moyens de circuit de différence fixe étant couplés aux premiers moyens de circuit et aux moyens de circuit d'échantillonnage et de retenue.

48. Dispositif suivant la revendication 45, caractérisé en ce que les moyens de circuit destinés à engendrer le signal d'entrée comprennent une résistance variable sélectivement pour ajuster le signal en rapport avec le signal en rapport avec le courant de sortie, suivant une grandeur prédéterminée correspondant au multiplicateur.

49. Dispositif suivant la revendication 45, caractérisé en ce que les moyens de détection comprennent des moyens de circuit résistif couplés à la paire

002450

de bornes de sortie.

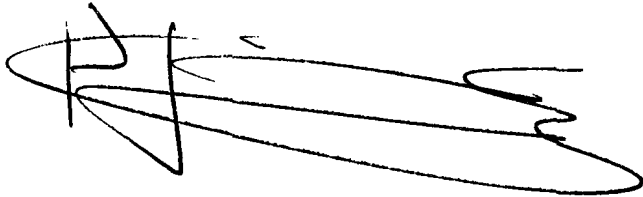
50. Dispositif suivant la revendication 45, caractérisé en ce que le circuit de commande comprend en outre des moyens d'ajustage de courant de surcharge statique variables sélectivement destinés à limiter le débit de courant admissible au maximum entre les bornes de sortie.

51. Dispositif de commande de tension entre une paire de bornes de sortie et dispositif de dépôt électrostatique d'un revêtement sur un article, tels que décrits ci-avant ou conformes aux dessins annexés.

Bruxelles, le 26 mars 1980

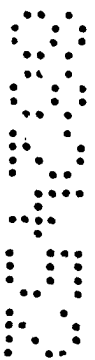
P.Pon de RANSBURG CORPORATION

P.Pon du Bureau GEVERS, société anonyme

A large, stylized handwritten signature in black ink, consisting of several overlapping loops and a long horizontal stroke.

484 783

RANSBURG CORPORATION



25615

pl. 1

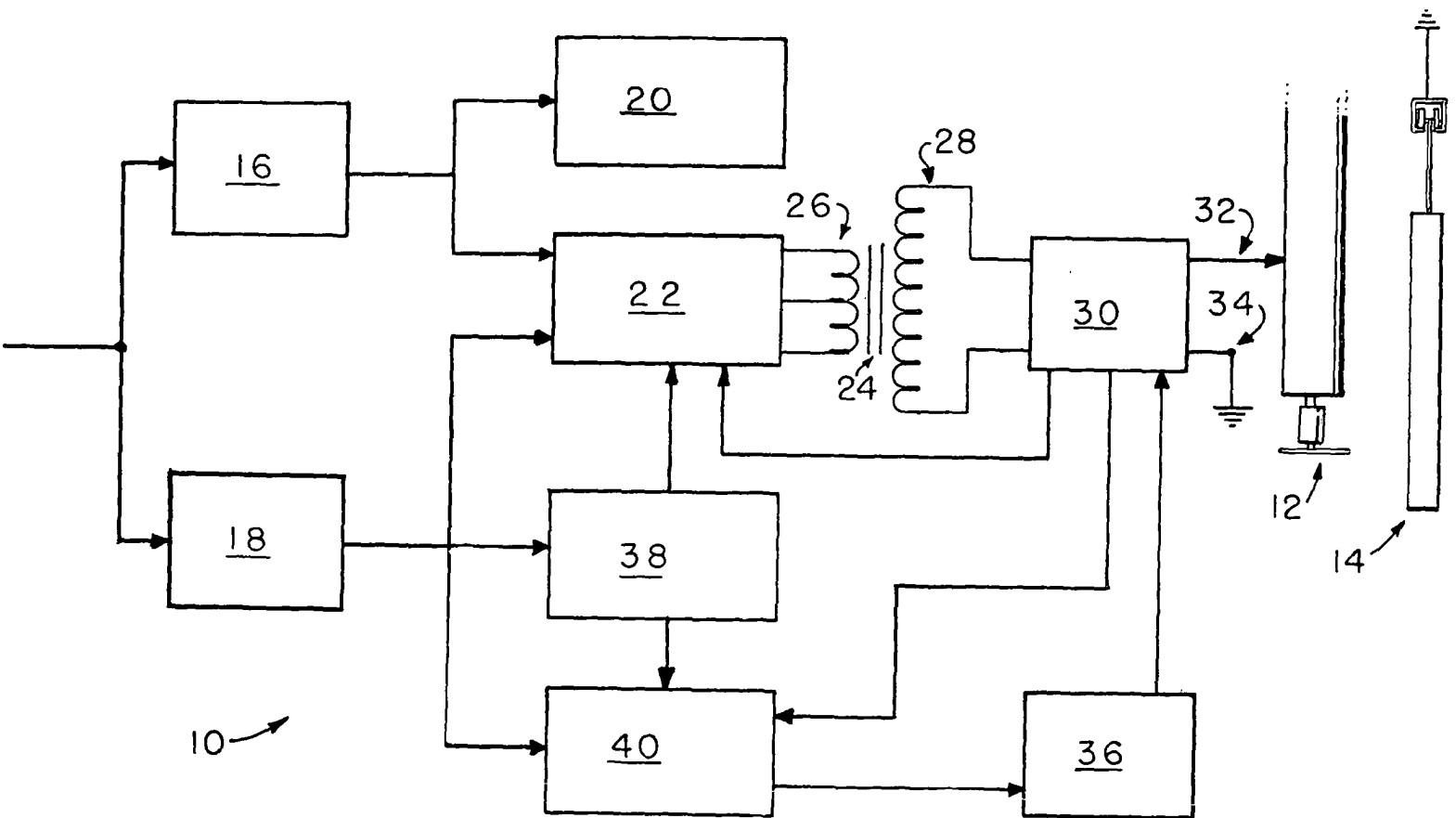
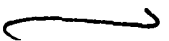


FIG. 1

BRUXELLES, le 26 mars 1980

P. Pon. de RANSBURG CORPORATION

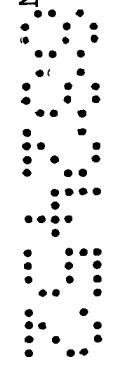
P. Pon. du Bureau GEVERS

societis anonyms



48485

RANSBURG CORPORATION



pl. 2

93407

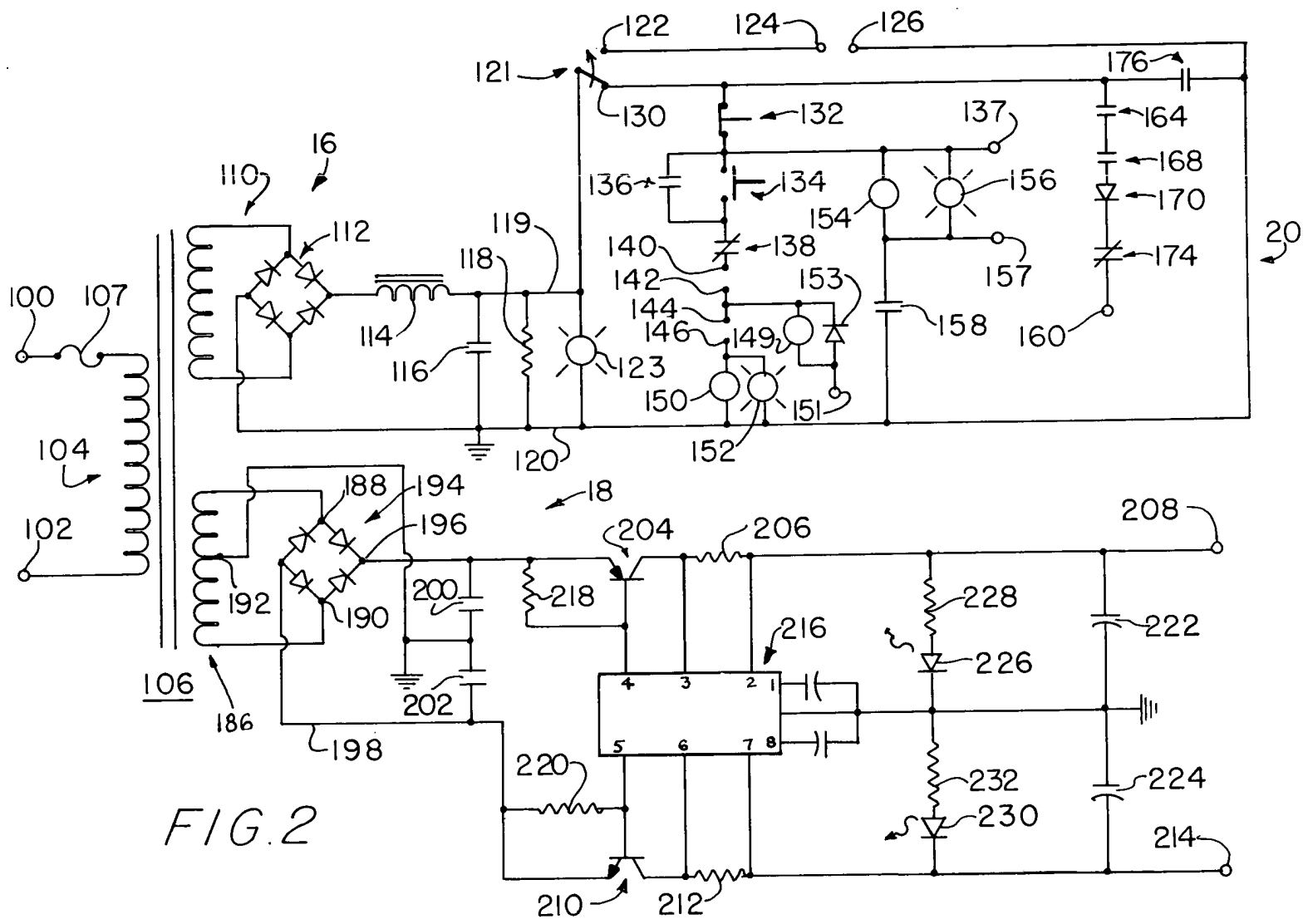
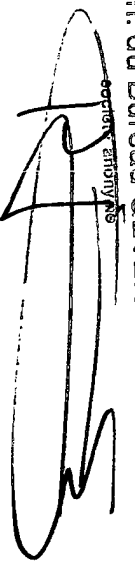


FIG. 2

BRUXELLES, le 26 mars 1980

Pon. de RANSBURG CORPORATION

P. Pon. du Bureau GEVERS



124965

22495

RANSBURG CORPORATION

patented
pl. 3

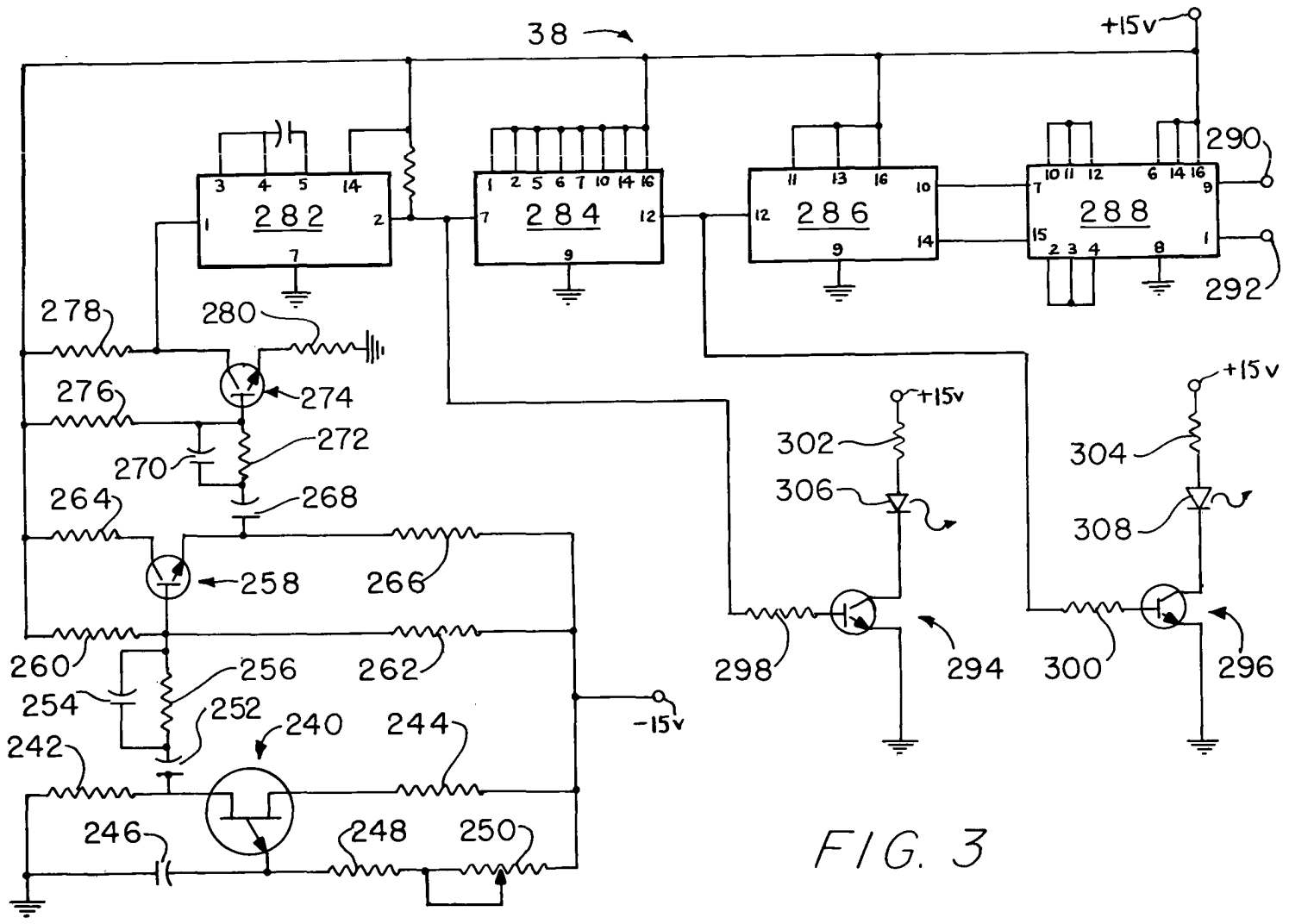


FIG. 3

BRUXELLES, le 26 mars 1980

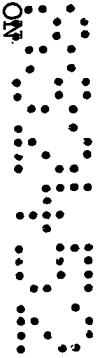
P. Pcn. de RANSBURG CORPORATION

P. Pcn. du Bureau GEYERS

[Handwritten signature]

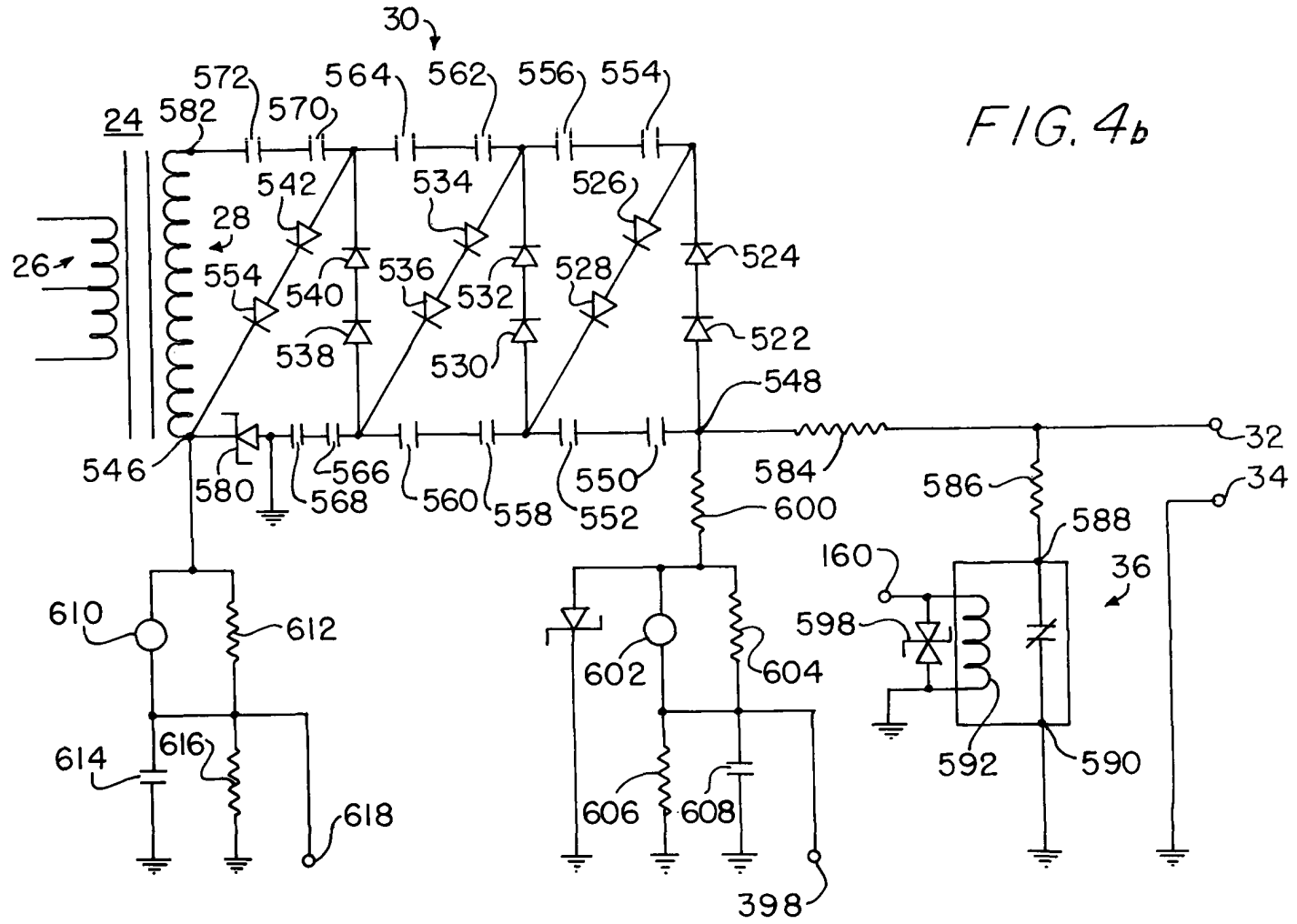
484165

RANSBURG CORPORATION



pl. 5

FIG. 4b



BRUXELLES, le 26 mars 1980

P. Pon. de RANSBURG CORPORATION

P. Pon. du Bureau GEVERS

advised anonyme

