

12

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

21 Numéro de dépôt: 78400007.7

51 Int. Cl.²: C 04 B 41/30, B 28 B 7/00,
H 05 B 3/60

22 Date de dépôt: 01.06.78

30 Priorité: 24.06.77 FR 7719499
22.05.78 FR 7815063

43 Date de publication de la demande:
10.01.79 Bulletin 79/1

84 Etats contractants désignés:
BE CH DE FR GB SE

71 Demandeur: S.R.L. OMNIUM TECHNIQUE D'ETUDES ET
DE PRECONTRAINTE "OTEP",
Boîte Postale 39,
F-31800 Saint-Gaudens (Haute-Garonne) (FR)

72 Inventeur: Roque, Raymond,
10bis Avenue de Boulogne,
F-31800 Saint-Gaudens (Haute-Garonne) (FR)

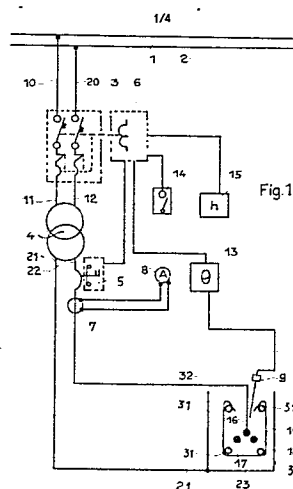
74 Mandataire: Kessler, Jacques,
CABINET KESSLER 14, rue de Londres,
F-75441 Paris Cedex 09 (FR)

54 Procédé économique de chauffage du béton par voie électrique directe et installation le mettant en oeuvre.

57 Procédé et une installation de chauffage du béton par voie électrique directe. Ce procédé est caractérisé en ce qu'une différence de potentiel (continue ou alternative de très basse tension) est appliquée entre une armature isolée électriquement et incorporée dans le béton et un élément métallique en contact avec le béton (moule métallique, autre armature).

Le courant électrique circule à travers le béton humide qui est ainsi échauffé par effet Joule. L'armature isolée traversant par exemple le moule dans sa longueur et étant incorporée dans la masse du béton, le chauffage a lieu à coeur de l'élément fabriqué.

L'installation pour la mise en oeuvre du procédé comprend une alimentation électrique pourvue d'un disjoncteur commandé par un système de relais à maximum d'intensité contrôlant ainsi le courant passant dans l'élément de béton à chauffer.



" Procédé économique de chauffage du béton par
voie électrique directe et installation le
mettant en oeuvre. "

La présente invention concerne la fabrication
d'éléments en béton et plus particulièrement la fabrication
d'éléments en béton précontraint. Elle a pour objet :

- d'une part un procédé pour chauffer le béton, par voie
5 électrique, afin d'accélérer son durcissement,
- d'autre part une installation électrique perfectionnée
de chauffage mettant en oeuvre ce procédé.

Parmi tous les procédés de chauffage électrique du
béton, il en existe deux, assez largement employés, qui sont
10 plus connus sous le nom de chauffage électrique direct.

- Le premier procédé consiste à incorporer des résis-
tances électriques de chauffage dans le béton frais (ces
résistances sont placées dans le moule avant le coulage du
béton), puis à faire circuler un courant électrique dans ces
15 résistances de façon à les échauffer et produire au coeur du
béton toute la chaleur nécessaire. Ce procédé a l'avantage
de minimiser les pertes énergétiques puisque le chauffage a
lieu au sein même du béton. Cependant, une fois que le béton
est pris, il est impossible d'y retirer les résistances
20 électriques qui, ainsi, sont perdues, L'économie réalisée
sur la consommation d'électricité voit alors son intérêt
grandement diminué du fait de la nécessité de remplacer les
résistances électriques coûteuses à chaque opération de
moulage du béton.

Un procédé analogue consiste à utiliser les armatures du béton comme résistances électriques. Les armatures sont des résistances de valeurs diverses puisque la résistance d'un élément métallique dépend de sa longueur, de sa section et de la nature du métal. Ce procédé nécessite par conséquent de déterminer précisément le nombre d'armatures à utiliser et la façon dont il faudra les relier (série, parallèle) en fonction de la tension employée. Dans la pratique il s'avère difficile à mettre en oeuvre car très souvent les armatures sont en contact les uns avec les autres si bien qu'il n'est pas toujours évident d'isoler les armatures nécessaires ; la tension utilisée ne convient alors pas forcément avec les possibilités de résistance qu'offrent ces armatures isolées ; de plus la tension convenable peut devenir tout simplement dangereuse pour l'ouvrier de sorte que les précautions de sécurité considérables qui doivent alors être prises grèvent le coût d'exploitation du procédé (équipement de sécurité onéreux, encombrement, etc.).

- Le deuxième procédé consiste à utiliser le béton frais comme résistances électriques. A cet effet, une différence de potentiel est appliquée entre deux électrodes mises en contact avec le béton frais ; le courant électrique qui s'établit ainsi à travers le béton humide chauffe celui-ci par effet Joule. Ce procédé a été mis en oeuvre pour accélérer le durcissement du béton moulé entre deux branches métalliques (fabrication des murs sur chantier par exemple), le procédé consistant à utiliser les branches métalliques comme électrodes. Il ne peut être appliqué que dans le cas où les branches métalliques peuvent être facilement isolées l'une de l'autre. Aucune armature en particulier ne doit être en contact électrique avec ces branches. Pour un banc de fabrication de poutres à joues métalliques mobiles, il faudrait isoler chacune des joues du corps du moule ce qui généralement s'avère irréalisable. En raison de ses inconvénients, ce procédé n'a jamais connu d'industrialisation véritable. Son emploi a toujours été très ponctuel, dans les cas seulement où un autre procédé de chauffage ne pouvait

être envisagé.

La présente invention a pour objet un procédé de chauffage électrique direct du béton entièrement nouveau, facile à mettre en oeuvre en toutes circonstances et qui permet
5 des économies d'énergie très substantielles par rapport aux autres procédés de chauffage électrique direct existants.

Le procédé selon l'invention utilise également le béton comme résistance électrique. Il s'applique au chauffage de tout élément moulé en béton comportant dans sa masse au
10 moins une armature conductrice de l'électricité qui le traverse dans sa longueur. Il est caractérisé en ce qu'il consiste à :

- isoler électriquement de tout élément autre que le béton au moins une armature conductrice parmi l'ensemble de
15 celles qui traversent le moule dans sa longueur,

- établir directement une différence de potentiel entre chaque armature isolée et un élément métallique conducteur en contact avec le béton, de façon à faire circuler un courant électrique entre cet élément et cette armature isolée à
20 travers le béton humide.

Si l'élément à mouler ne doit pas comporter d'armatures conductrices le traversant, on peut toujours en incorporer au moins une fictive, ou un conducteur électrique quelconque, qui ne servirait qu'à mettre en oeuvre le procédé de chauffage
25 selon l'invention. Ce procédé n'est donc pas limité dans son utilisation.

Le courant qui circule entre le coeur du béton (armature isolée) et l'élément métallique à travers le béton, se répartit suivant des lignes de moins grande résistance,
30 c'est-à-dire suivant les lignes de plus grande humidité. Le béton est ainsi chauffé à coeur précisément à l'endroit même où il doit être chauffé (parties les plus humides), d'où un très grand rendement énergétique du procédé. L'expérience semble montrer que la résistance de contact du béton avec
35 l'armature isolée détermine pour l'essentiel l'intensité du courant. Cette résistance (résistance pour une unité de longueur d'armature) dépend directement de la section de

l'armature. Or il se trouve qu'avec les armatures habituellement utilisées dans les éléments fabriqués en béton, une différence de potentiel n'excédant pas cinquante volts (domaine des très basses tensions) est suffisante pour porter
5 assez rapidement le béton à une température comprise entre 60 et 70°, température qui se maintient à ce niveau en régime continu (maintien de la différence de potentiel). Cette très basse tension utilisable confère au procédé une très grande facilité d'emploi en toutes circonstances. Comme l'intensité
10 du courant est dans ces conditions approximativement proportionnelle à la longueur de l'armature, une même tension convient quelle que soit la longueur de l'élément moulé (poutres par exemple) pour un même type d'armature isolée.

L'élément métallique utilisé peut être, selon une
15 caractéristique de l'invention, une seconde armature traversant le moule dans sa longueur. La position de cette armature par rapport à la précédente a peu d'importance. Le courant circule en effet d'une armature à l'autre suivant les lignes de plus grande humidité du béton ; le courant se répartit
20 ainsi progressivement à travers tout le béton quelle que soit la position respective de ces armatures.

Selon une autre caractéristique de l'invention l'élément métallique utilisé est le moule même de fabrication de l'élément en béton, à la condition bien sûr que ce moule
25 conduise l'électricité (métallique). Le courant circule dans ce cas entre le coeur du béton et la périphérie de l'élément (moule). Les pertes énergétiques sont légèrement supérieures sans compromettre un rendement qui reste remarquablement intéressant. Le choix du moule comme élément métallique est
30 très avantageux. Les armatures incorporées dans le béton peuvent être en effet en contact électrique avec ce moule, rarement directement mais fréquemment par l'intermédiaire de ligatures métalliques reliant ces armatures au moule afin de les maintenir en place dans le moule avant coulage.

35 L'isolation de plusieurs armatures (au moins deux) apparaît alors problématique et il devient préférable de n'en isoler qu'une en se servant directement du moule comme élément métallique.

La jonction électrique d'une armature isolée avec le générateur de tension qui la porte à un potentiel donné, doit être facilement mise en oeuvre sur chantier ; c'est-à-dire dans des conditions de propreté et de soin qui interdisent une très grande qualité de jonction. Pour cette raison, le courant électrique ne peut dépasser une certaine intensité au niveau de la jonction (problème de résistance) de contact, (échauffement de la jonction). Selon une autre caractéristique de l'invention, le procédé consiste à réaliser la jonction électrique d'une armature isolée avec le générateur de tension en plusieurs zones réparties sur la longueur de cette armature, de façon que l'intensité du courant ne dépasse pas une valeur donnée de sécurité en chacune de ces jonctions.

Le problème est identique pour l'élément métallique, si cet élément métallique est une armature. Dans tous les cas, il faut veiller tout de même à ce que la totalité de l'élément métallique soit portée au même potentiel. Pour cette raison, il est préférable également de répartir sur cet élément les zones de jonction avec le générateur de tension délivrant la différence de potentiel, de façon à éviter les chutes de tension qui pourraient intervenir.

La répartition des zones de jonction peut faire apparaître que la jonction électrique d'une armature isolée aux deux extrémités dépassant de l'élément fabriqué en béton ne suffit pas. Il devient alors nécessaire de réaliser une jonction au coeur du béton (par exemple, cas des éléments fabriqués en série par extrusion ou filage). Selon une caractéristique de l'invention cette jonction est réalisée par soudage ou bridage d'une pièce métallique conductrice, de préférence cuivre, sur l'armature transversalement à cette armature, de façon que cette pièce dépasse du béton après le coulage de ce dernier. La jonction électrique de cette pièce avec le générateur de tension est réalisée vers la partie dépassante. Lorsque le chauffage est arrêté, cette pièce est coupée, avant démoulage, au ras du béton durci.

La tension utilisée est, selon l'une des caractéristiques essentielles de l'invention, comprise entre vingt et

cinquante volts ce qui permet son utilisation sans précautions de sécurité particulières. Cette tension est naturellement produite à partir du réseau électrique. Elle est donc de préférence alternative pour simplifier la technique de transformation.

Cette tension peut être multiphasée, par exemple triphasée. Selon une caractéristique subsidiaire de l'invention, le procédé consiste dans ce cas à isoler plusieurs armatures traversant le moule dans toute sa longueur et à répartir chacune des phases du courant sur l'ensemble desdites armatures isolées et sur ledit élément métallique. Cela permet de répartir le courant sur chacune des phases et d'équilibrer approximativement le réseau électrique.

Le procédé selon l'invention est particulièrement utilisable dans le cas de la préfabrication de poutres précontraintes qui sont moulées bout à bout dans un moule longiligne aux extrémités duquel sont tendues les armatures de précontrainte.

Chacune des poutres est séparée de la suivante par deux diaphragmes transversaux au moule qui ménagent un espace à travers lequel passent les armatures de précontrainte et dans lequel aucun béton n'est coulé.

Le procédé est caractérisé, dans ce cas particulier, en ce qu'il consiste à isoler électriquement au moins une armature parmi l'ensemble des armatures de précontrainte et, réaliser chaque jonction électrique sur chacune des armatures de précontrainte isolées entre deux diaphragmes. On réalise autant de jonctions électriques le long du banc qu'il est nécessaire pour que l'intensité à travers ces jonctions ne dépasse pas la valeur de sécurité.

Mais la présente invention a également pour objet une installation de chauffage électrique du béton mettant en oeuvre le procédé ci-dessus décrit.

Par rapport à un poste d'alimentation classique en courant basse tension qui comprend :

- une alimentation générale en courant secteur comportant un disjoncteur et sa commande,

- un transformateur de courant dont le primaire est relié à ladite alimentation générale,
- un ensemble de câbles électriques reliés au secondaire dudit transformateur et destinés, dans ce cas, à l'alimentation en courant du béton humide,

cette installation se caractérise en ce qu'un relais à maximum d'intensité couplé à un ampèremètre de contrôle et de sécurité est branché sur certains desdits câbles électriques d'alimentation en courant du béton humide et relié à la commande de disjoncteur.

L'intensité du courant, circulant dans chacun des câbles électriques alimentant l'ensemble desdites armatures isolées et traversant chacune desdites jonctions électriques de ces câbles avec ces armatures, peut ainsi être contrôlée à tout instant (détermination de l'origine du défaut éventuel choix de la répartition des zones de jonction ; lorsque cette intensité dépasse une certaine valeur de sécurité, l'alimentation générale est automatiquement coupée.

Sur ce dernier point l'expérience a d'ailleurs montré qu'il fallait en fait définir deux valeurs de sécurité :

- l'une dont le dépassement dénote un court-circuit manifeste dans l'installation, notamment dans le cas où une armature isolée touche les parois du moule métallique alimenté également en courant (ou se trouve suffisamment proche de ces dernières pour créer un arc électrique) et,
- l'autre dont le simple dépassement peut être considéré comme normal à partir du moment où il ne dure pas dans le temps.

La plupart des surintensités enregistrées ne proviennent en effet aucunement d'un court-circuit véritable ou d'un défaut dans la répartition desdites zones de jonction mais de la résistance particulièrement faible du béton humide en certaines zones. Cette résistance évolue cependant avec le temps en augmentant considérablement de valeur au cours de la

prise du béton et du séchage progressif de ce dernier, si bien que la surintensité qui peut être enregistrée en début de chauffage disparaît généralement après une ou deux heures lorsque le béton a commencé de prendre.

5 De même, il a pu être constaté que les courts-circuits ne sont presque jamais francs mais qu'il s'agit le plus souvent de défauts d'isolation passagers qui disparaissent naturellement après passage de courant pendant un temps donné. Le passage du courant au niveau du court-circuit crée
10 en effet un arc électrique qui carbonise les armatures et le moule et sèche très rapidement le béton de sorte que la résistance augmentant à ce niveau, il disparaît naturellement pour revenir à un fonctionnement normal.

Il n'est donc pas nécessaire, pratiquement dans tous
15 les cas de surintensité, de recourir à une vérification générale de l'installation de chauffage ; les défauts constatés s'estompant naturellement au cours du fonctionnement.

Selon une caractéristique de perfectionnement apporté à l'installation électrique décrite ci-dessus, cette
20 dernière comporte alors en sus des relais à maximum d'intensité couplés à un ampèremètre de contrôle, un circuit temporisateur de chauffe relié à la commande de disjoncteur et à l'ensemble de ces relais à maximum d'intensité.

Chacun de ces relais à maximum d'intensité va ainsi
25 émettre deux signaux successifs différents lorsque l'intensité dans le câble d'alimentation de l'armature isolée sur lequel il est branché dépasse une première valeur puis une seconde valeur supérieure à la première (valeurs affichées réglables). Le circuit temporisateur de chauffe, recevant le premier
30 signal, déclenchera la disjonction de l'installation mais également le réarmement automatique du disjoncteur au bout d'un temps donné que l'on pourra préalablement afficher (système de réglage). Le deuxième signal, émis directement vers le disjoncteur, caractérisera un court-circuit franc et provo-
35 quera la disjonction définitive de l'installation.

Ainsi, les petits défauts dus à la faiblesse locale et passagère de la résistance du béton humide n'entraîneront

aucune perturbation gênante dans le fonctionnement de l'installation qui se réenclenchera automatiquement au bout d'un temps donné alors que ces défauts auront très probablement disparu (s'ils n'ont pas disparu, un arrêt momentané supplémentaire de la chauffe sera alors automatiquement
5 délivré).

Dans le but de provoquer la disparition plus rapide de ces défauts, le disjoncteur comporte, selon une autre caractéristique de perfectionnement, un circuit de retard de
10 la disjonction relié au circuit temporisateur de chauffe.

Ainsi, la disjonction momentanée commandée par le circuit temporisateur de chauffe pourra être retardée pendant quelques dizaines de secondes de façon à provoquer, par passage d'une forte intensité, un séchage rapide du béton au
15 niveau des zones de faible résistance et accélérer, par ce biais, l'augmentation de résistance du béton et supprimer le défaut (qui peut disparaître d'ailleurs avant la fin même du temps de retard de la disjonction).

Dans ce but également, selon une autre caractéristique de perfectionnement, la commande de disjoncteur comporte un
20 circuit de marche forcée permettant à l'opérateur de supprimer la disjonction.

L'opérateur pourra ainsi par exemple réenclencher le disjoncteur après toute disjonction due au circuit temporisateur de chauffe, de façon à forcer le passage du courant à
25 travers les zones du béton frais de faible résistance, malgré la surintensité, et accélérer le séchage du béton à ce niveau pour retrouver un régime de fonctionnement normal.

Selon une caractéristique de perfectionnement particulièrement avantageuse de l'invention, un sectionneur est
30 intercalé sur certains câbles électriques d'alimentation de la ou des armatures isolées en aval de la prise de branchement du relais à maximum d'intensité correspondant à ce câble et, un circuit limiteur d'intensité est branché entre les bornes de
35 chacun de ces sectionneurs.

En sectionnant ainsi certains de ces câbles d'alimentation (ouverture des sectionneurs correspondants), l'intensité

du courant dans chacun de ces câbles, contraint de passer par les circuits limiteurs d'intensité, se trouve limitée à une valeur préalablement affichée par ces circuits. Quel que soit le défaut pouvant exister au niveau des jonctions électriques ou de l'isolation des armatures, l'installation de chauffage fonctionnera ainsi en régime normal. Les défauts s'estompant généralement au cours du temps, de tels circuits limiteurs d'intensité n'agissent qu'à titre de sécurité en début de chauffage. Dans le cas où un défaut subsisterait tout au cours du chauffage, ce dernier ne serait pas pour autant perturbé ; puisqu'un court-circuit franc n'aurait pour effet que de provoquer un échauffement de l'armature non correctement isolée et, par conséquent, également le chauffage du béton.

Selon une caractéristique préférentielle, chaque circuit limiteur d'intensité est formé d'un "triac" muni d'une plaquette électronique de pilotage reliée au relais à maximum d'intensité branché en aval du sectionneur correspondant au circuit limiteur.

Dans cette forme de réalisation préférentielle, chaque relais à maximum d'intensité a ainsi également pour fonction de commander un hâchage plus ou moins important du courant traversant le "triac" suivant l'intensité qu'il peut détecter, hâchage qui a pour effet de diminuer plus ou moins l'intensité en aval du "triac".

Selon d'autres caractéristiques avantageuses de l'invention, une horloge et un enregistreur-transmetteur de température sont de préférence reliés à la commande de disjoncteur.

Une fois l'installation mise en route, le chauffage du béton peut ainsi se poursuivre automatiquement jusqu'à durcissement complet (l'horloge commande l'arrêt au bout d'un temps programmé), sans jamais dépasser une température admissible choisie (l'enregistreur transmetteur commande une interruption de chauffage lorsque la température du béton devient excessive).

La présente invention ayant maintenant été exposée sous sa forme générale, elle sera mieux comprise à la lecture

de la description qui suit en regard des dessins annexés, le lesquels, dessins et description ne sont donnés qu'à titre d'exemple non limitatif.

Sur ces dessins :

- 5 - la figure 1 représente le schéma électrique d'une installation de chauffage du béton selon l'invention ;
 - la figure 2 illustre schématiquement le principe de répartition des jonctions électriques sur l'armature isolée et sur l'élément métallique ;
- 10 - la figure 3 montre comment répartir les phases d'une tension multiphasée entre les armatures isolées et l'élément métallique ;
 - la figure 4 représente en perspective un banc de préfabrication de poutres précontraintes équipées d'une
- 15 installation de chauffage selon l'invention ;
 - la figure 5 est un détail d'une jonction électrique sur une armature isolée de précontrainte de ce banc ;
 - la figure 6 est un détail montrant l'isolation d'une armature isolée de précontrainte;
- 20 - la figure 7 représente les graphiques de consommation d'électricité en fonction du temps pour deux cas d'alimentation (courant entre armature et moule et courant entre deux armatures);
 - la figure 8 montre certains perfectionnements qui
- 25 peuvent être apportés au schéma de la figure 1.

Sur la figure 1 on peut voir l'alimentation du réseau électrique général ou secteur constituée de deux câbles d'alimentation 1 et 2. Une prise de courant 10, 20 est reliée à l'entrée d'un disjoncteur 3. La sortie du disjoncteur 11, 12 alimente l'enroulement primaire d'un transformateur 4 dont le secondaire 21, 22 délivre une tension électrique aux câbles 21 (même référence que le secondaire), 32 reliant respectivement le moule 23 et une armature 16 d'un élément en béton coulé.

35 Cet élément est vu en coupe. Il comprend un cadre de ferrailage classique constitué de quatre armatures 31 reliées entre elles par des armatures transversales en U 19, ce cadre

étant destiné à reprendre les efforts tranchants. Au centre de cet élément on trouve trois armatures 16, 17, 18 traversant le moule 23 dans toute sa longueur. Il peut s'agir par exemple d'une poutre précontrainte dont les trois armatures 16, 17, 18 sont précisément les armatures de précontrainte. Le moule 23 est métallique et l'armature 16 a été isolée électriquement du moule 23.

Entre la sortie 22 du secondaire du transformateur 4 et le câble d'alimentation 32 de l'armature isolée 16, est intercalé en série un relais à maximum d'intensité 5 relié à la commande de disjoncteur 6. Immédiatement en aval de ce relais est branché en 7 un ampèremètre de contrôle et de sécurité 8 permettant de contrôler l'intensité circulant dans ce câble d'alimentation 32.

Une sonde de température 9 constituée par exemple d'un thermo-couple mesure la température au sein du béton en cours de prise dans le moule 23. Cette sonde 9 est reliée à un enregistreur-transmetteur de température 13 lui-même relié à la commande de disjoncteur 6.

Une horloge de commande 15 est également reliée à la commande de disjoncteur 6.

Le disjoncteur 3 comporte en outre une commande manuelle 14 qui permet à l'opérateur d'actionner le disjoncteur manuellement par l'intermédiaire de sa commande 6.

Le fonctionnement de l'installation ainsi décrite est le suivant :

La différence de potentiel créée entre l'armature isolée 16 et le moule métallique 23 provoque la circulation d'un courant à travers le béton frais en cours de prise dans le moule 23, ce courant chauffant par effet Joule le béton qui sert de résistance électrique.

La jonction électrique du câble d'alimentation 32 avec l'armature isolée 16 offre généralement une résistance de contact élevée qui limite l'intensité du courant pouvant passer dans le câble d'alimentation 32 (cette jonction, mise en oeuvre sur chantier, ne peut être réalisée qu'avec des moyens très simples et dans des conditions de propreté

précaires). Une valeur de sécurité est ainsi définie et enregistrée dans le relais à maximum d'intensité 5. Lorsque le courant circulant dans le câble 32 dépasse cette valeur, le relais 5 commande le disjoncteur 3 par l'intermédiaire de sa commande 6, qui coupe le courant. L'ampèremètre de contrôle et de sécurité 8 permet à l'opérateur de contrôler à tout instant cette intensité.

La sonde de température 9 permet de mesurer la température au sein de l'élément moulé en béton. L'enregistreur-transmetteur de température 13 émet un signal de commande lorsque cette température dépasse une valeur préalablement affichée. Ce signal de commande coupe alors le disjoncteur 3 par l'intermédiaire de la commande 6. Généralement, la valeur limite à ne pas dépasser au sein du béton est de l'ordre de 75°. Lorsque la température est redescendue en-dessous de la valeur affichée, ou d'une autre valeur choisie, l'enregistreur 13 réenclenche le disjoncteur 3 par l'intermédiaire de sa commande 6 ; la différence de potentiel entre l'armature isolée 16 et le moule 23 est ainsi rétablie ; le chauffage du béton se poursuit.

L'horloge de commande 15 permet de faire fonctionner l'installation de chauffage pendant un laps de temps prédéterminé. Si l'expérience montre, par exemple, qu'au bout de cinq heures de chauffage, l'élément béton peut être démoulé, cette horloge 15 sera préférentiellement réglée sur cinq heures, c'est-à-dire qu'elle coupera l'alimentation de l'installation après cinq heures de fonctionnement en déclenchant le disjoncteur 3 par l'intermédiaire de la commande 6.

Sur la figure 1 une seule armature 16 a été isolée et l'élément métallique en contact avec le béton est le moule lui-même. Cette forme de réalisation n'est nullement limitative. Il est possible en effet d'isoler également une autre armature 17 et de brancher l'alimentation 21 à cette armature sans sortir du cadre de l'invention. Cependant, l'expérience pratique montre qu'il est difficile d'isoler plusieurs armatures, beaucoup se trouvant généralement reliées ensemble et en contact avec le moule. Pour cette raison, l'alimentation

directe du moule (s'il est métallique bien sûr) est souvent plus simple:

L'élément moulé en béton peut être suffisamment long de telle sorte que l'intensité circulant dans la jonction électrique du câble d'alimentation 32 avec l'armature isolée 16 soit trop importante. Il est nécessaire alors d'alimenter cette armature 16 en plusieurs zones distinctes réparties sur sa longueur, chacune des zones étant reliée directement au secondaire du transformateur 22 par une dérivation de courant. Sur chacune de ces dérivations se trouve un relais à maximum d'intensité 5 relié à la commande du disjoncteur 6, chacun de ces relais pouvant commander indépendamment la disjonction de l'installation.

L'illustration de la répartition de ces zones de jonction sur l'armature isolée a été représentée sur la figure 2. Sur cette figure trois câbles d'alimentation 47, 48, et 49 sont reliés à l'armature isolée 46 en trois zones de jonction distinctes. Le moule métallique 45 est relié à son câble d'alimentation 50 par quatre conducteurs 51, 52, 53 et 54 permettant d'éviter les chutes de tension dans ce moule.

Le nombre de jonctions sur l'armature isolée et sur le moule métallique (élément métallique) n'est naturellement nullement limitatif. Il est à déterminer dans chaque cas pratique de réalisation. Il est par contre important que chacun des câbles d'alimentation 47, 48, 49 de l'armature isolée 46 soit relié directement au secondaire du transformateur, de telle sorte que l'intensité qui circule dans chacun de ces câbles puisse être contrôlée à tout instant.

L'expérience a montré que le courant circulant dans une jonction du type de celle décrite figure 5 ne pouvait pas dépasser 320 ampères pour une section d'armature approximativement cylindrique de treize millimètres de diamètre (banc de poutres précontraintes 50 cm x 50 cm, armature isolée : armature de précontrainte, section de l'armature isolée environ un centimètre carré). Par mesure de sécurité, l'intensité du courant dans chacune de ces jonctions est limitée vers 280 ampères. Pour un tel banc on a pu constater qu'une tension

de 48 volts permettait l'élévation du béton à la température de 65° en trois ou quatre heures environ, la température se stabilisant ensuite à ce niveau en alimentation continue (maintien de la tension à 48 volts). Des résultats identiques
5 ont pu être obtenus avec une armature isolée de même section pour d'autres formes et dimensions de l'élément moulé en béton. Il semble que la tension optimum à appliquer, c'est-à-dire la tension permettant de chauffer le béton à une température qui ne soit ni trop élevée ni trop basse et de le maintenir à
10 cette température en régime continu d'alimentation, dépende essentiellement de la section de l'armature isolée. Le demandeur n'a pas pu expliquer complètement les phénomènes physiques intervenant dans ce procédé de chauffage ; il pense néanmoins que la résistance de contact du béton avec l'arma-
15 ture isolée conditionne essentiellement le passage de l'électricité à travers le béton ce qui expliquerait le rôle joué par la section de cette armature. Dans la pratique il s'avère qu'une très basse tension est toujours utilisable. Le choix de cette tension dépend de la température que l'on veut
20 obtenir au sein du béton et par conséquent de la section de l'armature isolée.

La tension utilisée peut être aussi bien continue qu'alternative.

Dans ce dernier cas (cas le plus fréquent : alimenta-
25 tion par secteur alternatif), la tension utilisée peut être également multiphasée. Plusieurs modes de branchement sont alors possibles : on peut, soit répartir les phases sur plusieurs moules (par exemple, pour un courant triphasé, alimenter simultanément trois moules métalliques en reliant
30 chacun des moules au neutre de l'alimentation et une armature isolée par moule à une phase de l'alimentation), soit en répartissant les différentes phases sur plusieurs armatures préalablement isolées et/ou l'élément métallique, comme un exemple en est donné à la figure 3.

35 Sur cette figure 3 : un élément en béton précontraint est moulé dans un moule métallique 56 ; trois armatures de précontrainte 57, 58, 59 ont été préalablement isolées électri-

quement de tout élément autre que le béton ; le neutre 60 et les trois phases 61, 62, 63 d'une alimentation triphasée à quatre fils ont été reliés respectivement au moule métallique 56 et aux trois armatures de précontrainte isolées 57, 58, 59.

5 Cette forme de réalisation n'est, naturellement, nullement limitative ; on peut tout aussi bien répartir autrement les trois phases et le neutre entre les armatures isolées et le moule sans sortir du cadre de l'invention.

Le choix du schéma d'alimentation dépend en fait de
10 la facilité avec laquelle il est possible d'isoler les armatures et du bon équilibrage du courant dans les différentes phases. Comme l'expérience montre cependant qu'il est difficile d'isoler simultanément plusieurs armatures et que, en tout cas, l'équilibrage d'une installation multiphasée
15 précédemment décrite donne rarement satisfaction, une alimentation conforme au schéma de la figure 1 est souvent préférable ; il suffit simplement de répartir les courants circulant dans chacune des phases sur plusieurs moules comme indiqué ci-dessus.

20 La figure 4 représente un banc de préfabrication de poutres précontraintes dans lequel plusieurs poutres sont moulées simultanément bout à bout. Aux extrémités du banc sont tendues les armatures de précontrainte 27 et 28. Sur la figure, vers la gauche, on peut voir le système de tension des
25 armatures qui comprend deux butées 39 sur lesquelles prennent appui deux vérins 34. Ces vérins sont agencés pour repousser une pièce de retenue 35 percée de trous 36 à travers lesquels passent les armatures de précontrainte. Chacune de ces dernières est bloquée immédiatement derrière un trou de passage 36
30 par un système de blocage 37. L'armature supérieure 27 est isolée du système de tension par un moyen dont le détail est vu figure 6 et qui comprend notamment la bague d'isolation 38 vue en perspective à la figure 4.

Les armatures de précontrainte 27 et 28 traversent
35 les guide-fils 33 séparateurs de poutres, chacun des guide-fils 33 formant un diaphragme transversal au moule, deux guide-fils 33 consécutifs et rapprochés ménageant un espace

dans lequel aucun béton n'est coulé. Ces guide-fils sont conçus pour qu'ils n'établissent pas de contact électrique ni entre les armatures, ni entre les armatures et le moule ; ils sont réalisés par exemple dans une matière isolante électrique
5 comme le bois, les résines synthétiques, etc.

Chaque poutre possède en sus des deux armatures de précontrainte un cadre de ferrailage constitué de quatre armatures 29 qu'entourent des armatures métalliques transversales en forme de U 30.

10 Le moule métallique possède deux joues latérales 24 et 25 isolées par une matière isolante thermique 26.

L'ensemble du moule ne sera pas davantage décrit comme étant bien classique. Sur cette figure 4 on peut voir entre deux guide-fils 33 une jonction électrique avec l'armature de
15 précontrainte supérieure 27, cette jonction étant constituée d'un câble d'amenée du courant 44 soudé à un dispositif 41 serré autour de l'armature de précontrainte comme indiqué en détail figure 5.

Ce système de fixation 41 comporte un té (référéncé
20 aussi 41) bridé autour de l'armature 27 par une bride 42 serrée contre le té par boulons filetés 43.

Cette jonction électrique robuste et simple est particulièrement aisée à mettre en oeuvre sur chantier. On comprendra néanmoins facilement qu'étant donné la propreté
25 régnant sur les chantiers (boue, poussière de béton, etc.), une telle jonction possède une résistance de contact élevée qui limite l'intensité dans chacun des câbles d'alimentation 44 (échauffement de la jonction). Tout système de jonction peut naturellement être employé sans sortir du cadre de
30 l'invention.

Sur la figure 4 on peut voir un câble d'alimentation de l'armature de précontrainte supérieure 27 à chaque intervalle entre deux guide-fils. Si les poutres ne sont pas très longues on pourra se contenter de disposer une jonction
35 électrique tous les deux intervalles par exemple. On peut également réaliser une jonction électrique sur cette armature 27 en extrémité du banc, entre le moule et le système de

retenue 37 de l'ossature 27, sans sortir du cadre de l'invention. L'expérience montre que pour des armatures de précontrainte de section d'un centimètre carré environ, il est nécessaire de réaliser la jonction électrique de chaque

5 armature de précontrainte isolée au générateur de tension tous les vingt mètres environ.

La jonction électrique du moule métallique au générateur de tension conformément au schéma de la figure 2 n'a pas été représentée sur cette figure 4. De même l'ensemble d'alimentation (générateur de tension, disjoncteur...) avec tous les câblages, en particulier la convergence de tous les câbles d'alimentation 44 vers le secondaire du transformateur conformément au schéma de la figure 1, n'a pas été représenté.

10 Tout homme de métier pourra néanmoins en concevoir la réalisation pratique sans aucune difficulté

La figure 6 montre le détail de l'isolation de l'armature de précontrainte 27 sur la pièce de retenue 35. Cette armature 27 passe à travers un orifice 36 percé dans la pièce de retenue 35.

20 Une bague spéciale 38 isolante désolidarise électriquement l'armature 27 de la pièce de retenue 35 et par conséquent de tout son entourage (comme l'armature 28 par exemple). Cette bague 38 a un double rôle : d'une part, isoler électriquement l'armature 27; d'autre part, répartir
25 continûment l'effort de l'élément de blocage 37 (de cet élément connu en soi on ne peut voir sur la figure que l'écrou de blocage 40 qui agit sur un système à mâchoires serrant l'armature 27) de cette armature sur la pièce de retenue 35.

Cette bague 38 pourra être avantageusement réalisée
30 en acier enveloppé sur toute sa surface extérieure de résine appelée couramment dans le commerce "résine époxy" très résistante (à un effort) et isolante (électrique).

Cette bague 38, comportant un orifice cylindrique à travers lequel passe l'armature 27, est constituée d'un
35 cylindre -coaxial à cet orifice cylindrique- destiné à pénétrer dans l'orifice 36 et, d'une partie s'appuyant sur la pièce de retenue 35 ; la forme extérieure de cette dernière

partie se moule suivant le contour des éléments situés à proximité d'elle (par exemple l'élément de blocage 37 de l'armature inférieure 28). Sur la figure 6 on peut voir également l'autre armature de précontrainte 28 qui n'a pas été isolée avec son système de blocage 37 appliqué directement contre la pièce de retenue 35.

La figure 4 illustre en particulier la difficulté qui peut exister à isoler plusieurs armatures d'un même élément en moulé en béton. En effet, l'armature de précontrainte inférieure 28 se trouve de façon classique reliée par des ligatures métalliques au cadre de ferrailage 29, 30 de chaque poutre pour maintenir ce cadre en position au moment du coulage du béton ; ce cadre métallique étant bien souvent lui-même relié au moule dans le même but. On comprend, dans ces conditions, que l'isolation d'une seule armature est beaucoup plus simple à mettre en oeuvre et que, par conséquent, un schéma de branchement du type de celui décrit figure 1 est préférable.

Il est possible cependant d'isoler plusieurs armatures de précontrainte, en les désolidarisant complètement du cadre métallique de chaque poutre (caler ce cadre sans toucher les armatures - emploi de cales isolantes) et, notamment deux armatures de précontrainte. Une différence de potentiel établie en réalisant les jonctions électriques décrites ci-dessus sur chacune de ces deux armatures permet d'accroître légèrement le rendement de l'installation de chauffage comme l'indique la courbe de consommation d'énergie électrique par rapport au temps de la figure 7.

Sur cette figure 7 en effet, on constate que pour une différence de potentiel appliquée entre deux armatures isolées (courbe A), la consommation d'énergie électrique est à tout instant inférieure à celle constatée pour une différence de potentiel appliquée entre une armature et le moule (courbe B). Les températures du béton étaient, dans les deux cas, voisines. Cela peut s'expliquer par le fait que les lignes de courant empruntent les lignes de plus grande humidité du béton entre les électrodes et suivant le chemin le plus court. De ce fait, le chauffage a lieu plus à coeur dans le premier

cas (courbe A) que dans le second (courbe B). Ces courbes (A et B) peuvent en outre s'analyser à peu près comme suit : la première section (64 pour la courbe A et 65 pour la courbe B) correspond à la prise du béton autour de l'armature isolée.

- 5 Les phénomènes qui se produisent sont complexes, la courbe n'a pas de forme bien déterminée. La seconde section, à peu près linéaire et décroissante, montre l'augmentation progressive de la résistance du béton qui sèche en durcissant (augmentation de la longueur des lignes de plus grande humidité et diminution
10 de cette humidité). Au bout de quelques heures, le courant a fortement diminué, d'où une auto-régulation naturelle de ce procédé de chauffage.

La figure 8 complète le schéma représenté à la figure 1 afin d'illustrer certains perfectionnements qui peuvent être
15 apportés à l'installation de chauffage précédemment décrite.

Tous les éléments communs entre la figure 8 et la figure 1 portent ainsi les mêmes références. Leur fonction étant par ailleurs identique entre ces deux figures, tout ce qui a été décrit à leur sujet précédemment ne sera pas ci-
20 après repris.

Par rapport à la figure 1, le relais à maximum d'intensité 5, l'ampèremètre de contrôle et de sécurité 8, et la jonction 7 de cet ampèremètre avec le câble d'alimentation 32 de l'armature isolée 16 ont été symbolisés plus simplement sur
25 la figure 8 en 70 et 72 (d'un point de vue pratique en effet, la jonction 7 de l'ampèremètre de contrôle et de sécurité 8 avec le câble 32 se trouve située sur le relais à maximum d'intensité 5, d'où la simplification du schéma consistant à représenter l'ensemble de ces deux éléments, jonction et relais,
30 par un seul 70 sur la figure 8 qui se trouve ainsi relié, d'une part, à la commande de disjoncteur 6, d'autre part, à l'ampèremètre 72 -initialement 8- ; cette dernière liaison n'étant représentée que par un seul fil conformément à l'usage dans un organigramme de fonctionnement).

35 Sur ce relais à maximum d'intensité 70 on peut afficher deux valeurs d'intensité dont la seconde est supérieure à la première.

Lorsque l'intensité dans le câble d'alimentation 32 atteint la première valeur, un signal est émis vers le circuit temporisateur de chauffe 77 par l'intermédiaire de la liaison 80.

5 Lorsque l'intensité atteint la seconde valeur, un autre signal est émis vers la commande de disjoncteur 6 par l'intermédiaire de la liaison 81.

Le circuit temporisateur de chauffe 77 se trouve lui-même relié à la commande de disjoncteur 6 par l'intermédiaire d'un circuit de retard de disjonction 78 qui, généralement, est intégré à la commande de disjoncteur.

Symétriquement au relais à maximum d'intensité 70 mesurant l'intensité du courant circulant dans le câble électrique d'alimentation 32 et émettant des signaux lorsque 15 cette intensité dépasse certaines valeurs, un relais à maximum d'intensité 71 est mis en place sur le câble d'alimentation 21 du moule métallique 23.

Sur ce dernier relais 71, on a branché également un ampèremètre de contrôle et de sécurité 73 (symétrique à 20 l'ampèremètre 72) permettant de contrôler en permanence l'intensité circulant dans le câble d'alimentation 21.

Ce relais à maximum d'intensité 71 émet également un signal lorsque l'intensité atteint successivement une première valeur et une seconde valeur (valeurs affichées 25 réglables). Lorsque l'intensité atteint la première valeur, le signal correspondant est émis en direction du temporisateur de chauffe 77 par l'intermédiaire de la liaison 82 ; tandis que lorsqu'elle atteint la seconde valeur, le signal correspondant est émis en direction de la commande de 30 disjoncteur 6 par l'intermédiaire de la liaison 83.

La commande de disjoncteur 6 comporte par ailleurs un circuit de marche forcée (non représenté) permettant à l'utilisateur de maintenir l'alimentation générale de l'installation malgré les différents ordres de coupures 35 pouvant parvenir à cette commande.

Le fonctionnement de l'installation perfectionnée (figure 8) qui vient d'être décrite se comprendra à présent facilement :

Lesdites première et deuxième valeurs d'intensité pour lesquelles le relais à maximum d'intensité 70 émet un signal, respectivement, vers le temporisateur de chauffe 77 et vers le disjoncteur 6, correspondent, respectivement, à
5 l'intensité maximale admissible en régime permanent du courant à travers la jonction du câble électrique 32 à l'armature isolée 16 et au seuil d'intensité caractéristique d'un court-circuit franc.

Comme une valeur d'intensité dans le câble électrique
10 32 comprise entre les deux dites première et seconde valeurs ne caractérise aucun court-circuit franc mais simplement une surintensité passagère qui ne peut aller qu'en diminuant au cours du temps, celle-ci ne déclenchera la disjonction de l'installation que par l'intermédiaire du temporisateur de
15 chauffe 77 ; temporisateur qui réarmera le disjoncteur au bout d'un temps préalablement affiché et réglable ; ce temps correspondant à celui probable au-delà duquel la surintensité risque de s'être suffisamment atténuée.

Le circuit de retard de disjonction 78 a pour objet
20 de retarder la disjonction de l'installation commandée par le circuit temporisateur de chauffe 77, de façon à maintenir la surintensité circulant dans le câble électrique 32 pendant quelques secondes, sans aucun danger ; pendant ce court intervalle de temps, la chauffe du béton -donc son durcissement-
25 accélérée dans la ou les zones de moindre résistance, favorise l'augmentation rapide de cette résistance et le retour consécutif à un régime d'intensité normal.

Ce circuit de retard de chauffe pourrait naturellement être supprimé sans sortir du cadre de l'invention. Le circuit
30 de marche forcée que comporte le disjoncteur peut par exemple assurer manuellement la fonction de ce circuit de retard lorsque l'on a noté que l'installation est en régime de disjonction temporisée.

Lorsque l'intensité dans le câble électrique 32
35 dépasse ladite seconde valeur ou valeur de court-circuit, il y a là un défaut manifeste et une sonnerie peut par exemple s'enclencher automatiquement. Un essai de marche forcée

permet alors de localiser, sur chacun des ampèremètres de contrôle et de sécurité 72 branchés sur chacun des câbles électriques 32, lequel des câbles électriques 32 de l'alimentation de l'armature isolée 16 est en court-circuit et donc, 5 de détecter l'origine du défaut pour la supprimer (ce paragraphe s'applique en particulier naturellement au cas où l'armature isolée 16 est reliée par plusieurs câbles électriques 32 conformément à la figure 2.

Lesdites première et seconde valeurs, pour lesquelles 10 le relais à maximum d'intensité 71 émet un signal en direction respectivement, du circuit temporisateur de chauffe 77 et du disjoncteur 6 au moyen, respectivement, des liaisons 82 et 83, correspondent, respectivement, à l'intensité maximale admissible pour la capacité du transformateur 4 en régime permanent 15 et à l'intensité de court-circuit franc.

Ainsi, l'intensité, circulant dans le câble électrique 21 assurant le retour du courant du moule métallique 23 au transformateur 4, est égale à la somme des intensités circulant dans les câbles électriques 32 (cf. paragraphe précédent 20 dans le cas de plusieurs câbles 32). Il peut alors arriver que la somme des intensités circulant dans chacun des câbles électriques 32 dépasse la valeur maximale admissible par le transformateur, sans pour autant que la valeur limite admissible dans chacun de ces câbles soit dépassée. Le circuit 25 temporisateur de chauffe 77 commandera alors une disjonction momentanée, analogue à celle commandée par l'intermédiaire des relais à maximum d'intensité 70, aussi longtemps que la surintensité dans le câble 21 subsistera (l'intensité dans le câble 21 diminue au fur et à mesure que le béton durcit et augmente 30 de résistance). Ce cas est toutefois assez rare, sa fréquence dépendant étroitement des caractéristiques du transformateur employé 4.

L'intensité de court-circuit détectée par le relais à maximum d'intensité 71 peut provenir d'un défaut dans le 35 branchement du câble 21. Ce relais 71 assure donc une sécurité supplémentaire en provoquant la disjonction de l'installation parallèlement à celle commandée par l'un des relais à maximum

maximum d'intensité 70.

Sur le schéma de la figure 8 on peut apercevoir en aval du relais à maximum d'intensité 70, sur le câble électrique 32, un sectionneur 74 aux bornes duquel est
5 branché un circuit limiteur de tension 75.

Ce circuit limiteur de tension 75 sera, selon une technique actuelle courante, un circuit hâcheur de courant dit "triac" (cas d'une alimentation en courant alternatif) commandé par une plaquette électronique de pilotage 76 reliée
10 au relais à maximum d'intensité 70. Cette plaquette 76 commande un hâchage plus ou moins important du courant en fonction de l'intensité détectée dans le relais à maximum d'intensité 70. L'alimentation en courant alternatif de cette plaquette, bien classique, n'a pas été représentée sur le
15 schéma.

L'utilisateur a ainsi la possibilité, en sectionnant le circuit (position du sectionneur 74 ouverte comme indiqué sur le schéma), de faire passer le courant circulant dans le câble 32 à travers le circuit limiteur d'intensité 75 qui
20 limite ainsi ce courant. Quel que soit le défaut pouvant apparaître dans l'installation (zone de faible résistance du béton ou court-circuit), le chauffage se déroulera ainsi normalement ; le détecteur enregistreur de température 13 commandant seul la disjonction ou le réarmement du disjoncteur
25 au gré des fluctuations de températures de l'élément en béton chauffé.

Bien que le circuit temporisateur de chauffe 77 ne semble plus avoir d'intérêt dans ce cas, il est préférable de le laisser en place car il assure une double sécurité.
30 En effet, au cas où l'un des circuits limiteurs de tension viendrait à tomber en panne, il reprendrait son rôle habituel. L'installation électrique qui vient d'être décrite peut ainsi fonctionner suivant deux régimes de sécurité différents, l'un de ces régimes continuant à assurer la sécurité de l'installa-
35 tion de chauffage en cas de défaillance de l'autre.

Il est clair cependant qu'une installation ne comportant qu'une seule des deux sécurités précédentes

(disjonction temporisée ou circuit limiteur de tension)
fait partie de l'invention.

- Dé même, le présent schéma de perfectionnement (figure 8), comportant, par câble d'alimentation 32, un relais à maximum d'intensité 70 relié au temporisateur de chauffe 77 (liaison 80) et un circuit limiteur de courant 75, peut naturellement se concevoir, sans sortir du cadre de l'invention, avec, pour plusieurs câbles d'alimentation 32, une seule liaison 80 et un seul circuit limiteur de tension 75.
- 10 L'expérience montre en effet que lorsqu'une surintensité est détectée, cette dernière se produit toujours dans un seul des câbles d'alimentation 32 ; de telle sorte que la disjonction temporisée de l'ensemble de l'installation à partir des mesures de l'intensité dans ce seul câble, ou la limitation
- 15 d'intensité dans ce seul câble, suffit à assurer la sécurité de l'ensemble de l'installation. On peut donc réaliser facilement une installation semi-automatique dans laquelle l'opérateur, après un contrôle rapide, au moyen des ampères-
- 20 mètres de contrôle et de sécurité 72, des différentes intensités circulant dans les différents câbles 32 (marche forcée de l'installation), sélectionnerait, au moyen d'un contacteur tournant, le câble d'alimentation 32 sur lequel la disjonction temporisée et la limitation de courant seraient mises en service.
- 25 L'invention ayant maintenant été exposée et son intérêt justifié sur des exemples détaillés, le demandeur s'en réserve l'exclusivité pendant toute la durée du brevet sans limitation autre que celle des termes des revendications ci-après.

REVENDEICATIONS

1. Procédé pour chauffer du béton en cours de prise dans un moule en vue d'accélérer son durcissement, ledit béton comportant dans sa masse au moins une armature
- 5 traversant le moule dans sa longueur, ledit procédé consistant à chauffer le béton par effet Joule en faisant circuler un courant électrique dans sa masse, ledit procédé étant caractérisé en ce qu'il consiste à
- isoler électriquement de tout élément autre que le
 - 10 béton au moins une armature parmi l'ensemble de celles qui traversent le moule dans sa longueur,
 - établir directement une différence de potentiel entre chaque armature isolée et un élément métallique
 - 15 conducteur en contact avec le béton de façon à faire circuler un courant électrique entre cet élément et cette armature isolée à travers le béton humide,
 - maintenir ladite différence de potentiel aussi longtemps que le béton ainsi chauffé n'aura pas atteint une résistance suffisante pour le démoulage.
- 20 2. Procédé selon la revendication 1 caractérisé en ce que pour établir directement une différence de potentiel entre chaque armature isolée et ledit élément métallique, il consiste à mettre en contact électriquement ledit élément métallique avec une borne d'un générateur de tension et chaque
- 25 dite armature isolée à une borne distincte de la précédente du même générateur de tension.
3. Procédé selon la revendication 2 caractérisé en ce que pour mettre en contact électriquement ledit élément métallique avec une borne d'un générateur de tension et chaque
- 30 dite armature isolée avec une borne distincte de la précédente du même générateur, il consiste à
- réaliser une jonction électrique en plusieurs zones de
 - chacune desdites armatures isolées et dudit élément
 - métallique avec les bornes correspondantes, chacune
 - 35 des zones étant reliée directement à une borne par une dérivation de courant,

- répartir lesdites zones de jonction sur la longueur de chacune desdites armatures isolées et sur la longueur dudit élément métallique de façon à répartir l'intensité du courant dans chacune des dérivations

5
10
(de sorte que l'intensité du courant ne dépasse
(pas une valeur limite de sécurité dans chacune
(des dérivations et jonctions et afin d'éviter
(les chutes de tension trop importantes dans
(chacune desdites armatures isolées et ledit
(élément métallique.

4. Procédé selon la revendication 3 caractérisé en ce que lorsque certaines zones de jonctions électriques sur l'ensemble des armatures isolées coïncident avec une partie
15 intérieure en béton il consiste à

- disposer avant moulage en chacune de ces certaines zones une pièce métallique conductrice transversalement à l'armature correspondante de telle sorte que chacune de ces pièces dépasse du béton après moulage,
- 20 - réaliser la jonction électrique de chacune de ces pièces d'une part, avec l'armature correspondante et d'autre part, vers l'extrémité dépassant du béton, avec la borne correspondante du générateur de tension,
- sectionner cette pièce au ras du béton au moment
25 du démoulage.

5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4 mis en oeuvre pour du béton formé dans un moule métallique, ledit procédé étant caractérisé en ce qu'il consiste à utiliser le moule comme dit élément métallique.

30 6. Procédé selon l'une des revendications 2 à 4 mis en oeuvre pour du béton comportant dans sa masse au moins deux armatures traversant le moule dans sa longueur, ledit procédé étant caractérisé en ce qu'il consiste à utiliser l'une de ces armatures comme dit élément métallique.

35 7. Procédé selon l'une des revendications 2 à 6 caractérisé en ce qu'il consiste à régler la valeur de la tension de façon que la température au sein du béton ne

dépasse pas une température prédéterminée, par exemple 70°C.

8. Procédé selon l'une des revendications 2 à 7 caractérisé en ce que la tension fournie par le générateur fait partie du domaine des très basses tensions et est

5 notamment comprise entre vingt volts et cinquante volts.

9. Procédé selon l'une des revendications 2 à 8 caractérisé en ce que la tension utilisée est alternative, notamment de même fréquence que celle du réseau électrique soit 50 ou 60 hertz.

10 10. Procédé selon la revendication 9 dont la tension alternative utilisée est multiphasée, ledit procédé étant caractérisé en ce qu'il consiste à répartir chacune des phases sur l'ensemble desdites armatures isolées et sur ledit élément métallique.

15 11. Procédé selon l'une des revendications 3 à 10, ledit procédé étant appliqué à un banc de fabrication de poutres précontraintes comportant un moule métallique longiligne aux extrémités duquel est tendu l'ensemble des armatures de précontrainte et dans lequel sont moulées simultanément
20 plusieurs poutres bout à bout, l'intervalle entre deux poutres juxtaposées étant réalisé par deux diaphragmes transversaux au moule que traverse l'ensemble des armatures de précontrainte et entre lesquels aucun béton n'est coulé, ledit procédé étant caractérisé en ce qu'il consiste à

25 - isoler électriquement au moins une armature parmi l'ensemble des armatures de précontrainte,
- isoler chaque jonction électrique sur chacune des armatures de précontrainte isolée entre deux dits diaphragmes, l'intervalle entre deux diaphragmes
30 dans lequel on réalise la jonction constituant ainsi une dite zone de jonction.

12. Procédé selon la revendication 11 caractérisé en ce qu'il consiste à réaliser la jonction électrique sur chacune des armatures de précontrainte isolée, également en extrémité
35 du banc entre l'appareil de tension de l'armature et le moule.

13. Installation de chauffage électrique du béton en cours de prise dans un moule mettant en oeuvre le procédé

selon l'une des revendications précédentes, ladite installation comprenant

- une alimentation générale en courant secteur comportant un disjoncteur et sa commande,
- 5 - un transformateur de courant dont le primaire est relié à ladite alimentation générale,
- un ensemble de câbles électriques reliés au secondaire dudit transformateur et destinés à l'alimentation en courant du béton humide

10 ladite installation étant caractérisée en ce qu'elle comprend un certain nombre de relais à maximum d'intensité, couplés chacun à un ampèremètre de contrôle et de sécurité, branché chacun sur un dit câble électrique et relié chacun à ladite commande de disjoncteur

- 15 (de sorte que l'intensité dans lesdits câbles reliée
 (à chaque dite armature isolée peut être contrôlée
 (et ladite alimentation générale peut être coupée
 (lorsque cette intensité dépasse une certaine valeur.

14. Installation selon la revendication 12

20 caractérisée en ce que une horloge est reliée à ladite commande de disjoncteur

- (de sorte que le temps de chauffage peut être
 (programmé.

15. Installation selon l'une des revendications 13

25 ou 14 caractérisée en ce qu'elle comprend en outre un enregistreur-transmetteur de température relié, d'une part, à ladite commande du disjoncteur, d'autre part, à une sonde de température

- (de sorte que, en introduisant la sonde dans ledit
30 (béton, le chauffage peut être coupé lorsque la
 (température de chauffe dépasse une certaine valeur
 (et réenclenché automatiquement lorsque cette
 (température s'est abaissée au-dessous d'une autre
 (valeur.

35 16. Installation de chauffage selon l'une des revendications 13 à 15 caractérisée en ce qu'elle comprend un circuit temporisateur de chauffe relié à l'ensemble

desdits relais à maximum d'intensité et à ladite commande de disjoncteur,

- (de sorte que ladite alimentation générale en courant
- (secteur peut être
- 5 (- soit coupée mais réenclenchée automatiquement au
- (bout d'un temps donné lorsque l'intensité du
- (courant dans certains desdits câbles d'alimentation
- (dépasse une première valeur,
- (- soit coupée définitivement lorsque ce courant dépasse
- 10 (une seconde valeur supérieure à ladite première
- (valeur.

17. Installation selon la revendication 16 caractérisée en ce que ladite commande du disjoncteur comporte un circuit de retard de la disjonction relié audit circuit temporisateur

15 de chauffe

- (de sorte que la coupure de ladite alimentation générale
- (peut être retardée lorsque l'intensité du courant dans
- (certains desdits câbles électriques dépasse ladite
- (première valeur sans dépasser ladite seconde valeur.

20 18. Installation selon l'une des revendications précédente caractérisée en ce que ladite commande de disjoncteur comprend en outre un circuit de marche forcée

- (de sorte que l'opérateur peut réenclencher l'alimen-
- (tation générale lorsque celle-ci a été interrompue
- 25 (par ledit circuit temporisateur de chauffe ou
- (directement par un dit relais à maximum d'intensité.

19. Installation selon l'une des revendications précédentes caractérisée en ce que

- d'une part, un sectionneur est intercalé sur
- 30 certains desdits câbles électriques en aval de la
- prise de branchement dudit relais à maximum
- d'intensité correspondant
- d'autre part, un circuit limiteur d'intensité est
- branché entre les bornes de chaque dit sectionneur
- 35 (de sorte que l'intensité excessive dans certains
- (desdits câbles électriques peut être limitée à une
- (valeur prédéterminée en ouvrant ledit sectionneur.

20. Installation selon la revendication 19
caractérisée en ce que chaque dit circuit limiteur est
formé d'un triac muni de sa plaquette électronique de
pilotage reliée audit relais à maximum d'intensité branché
5 en aval dudit sectionneur.

1/4

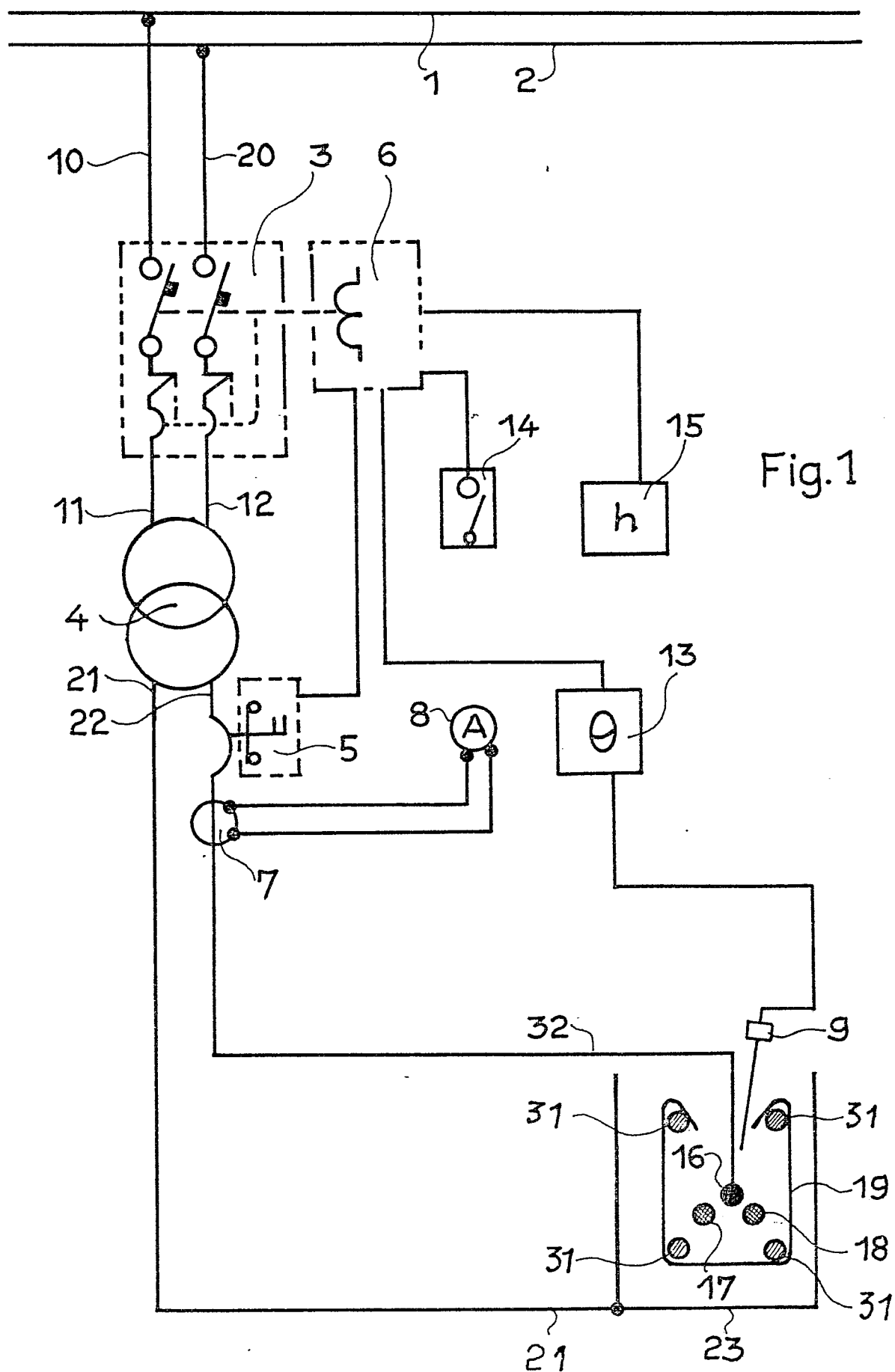


Fig.1

Fig. 2

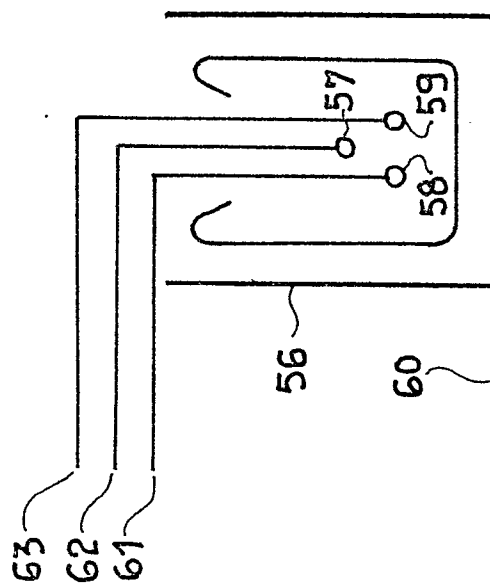
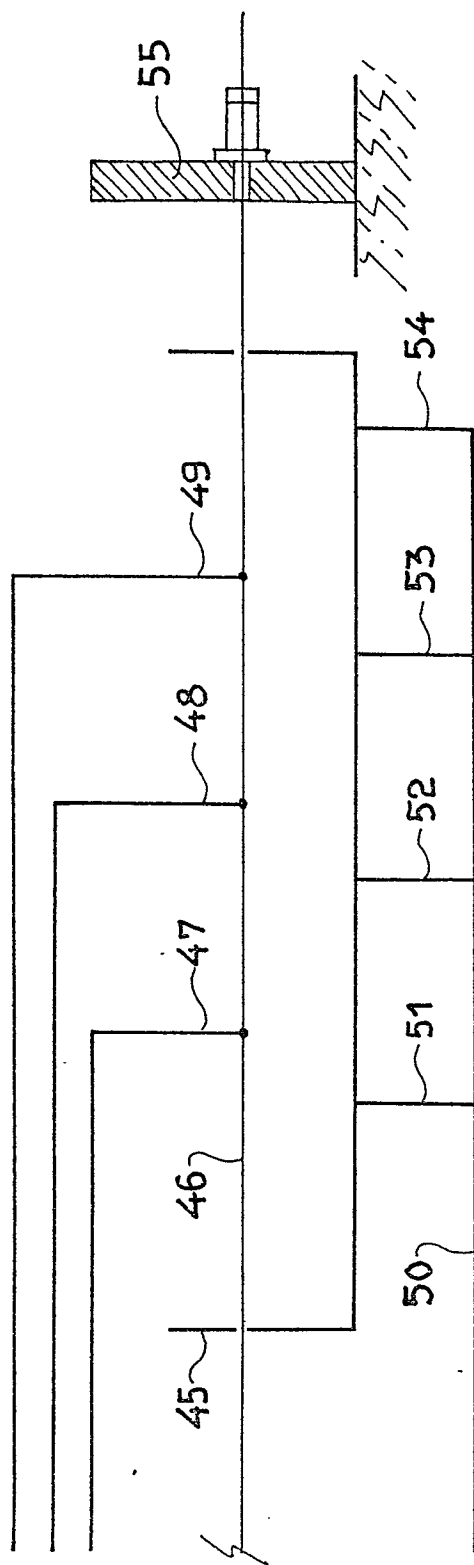


Fig. 3

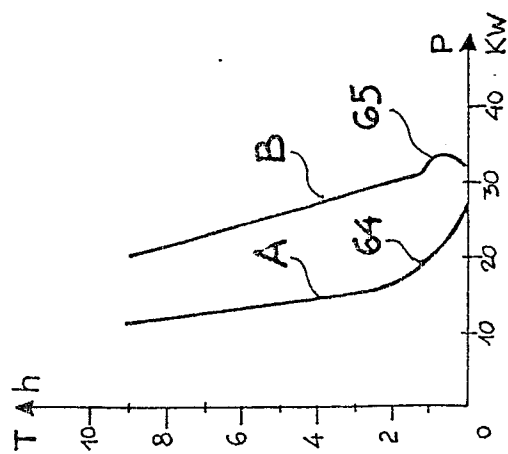


Fig. 7

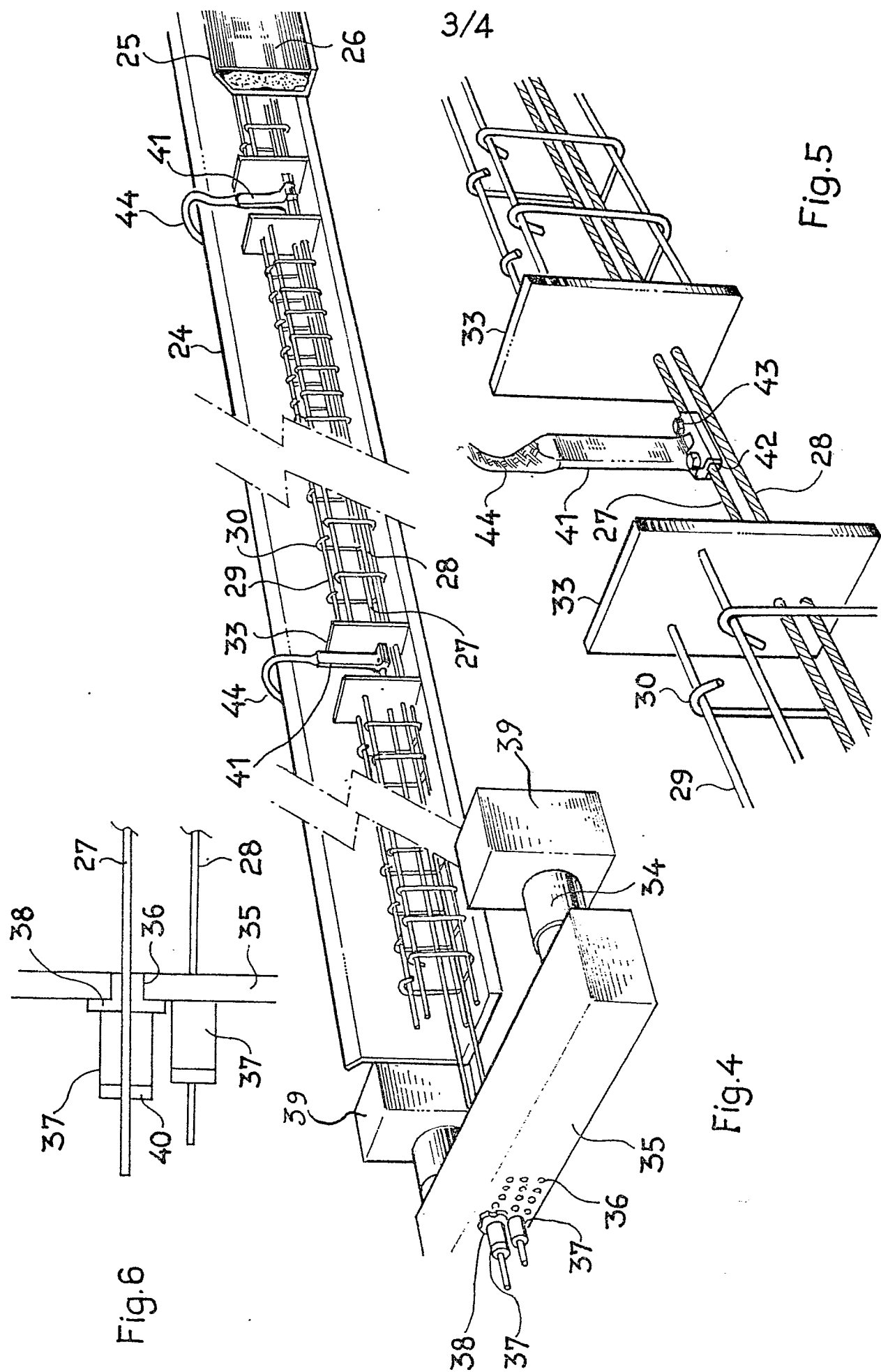


Fig.5

Fig.4

Fig.6



DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl. ³)
Categorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	
E	<u>US - A - 2 152 365</u> (J.M. SMITH) * Colonne 2, lignes 49 à 62 *	1,5,9	C 04 B 41/30 B 28 B 7/00 H 05 B 3/60
	-- <u>GB - A - 666 583</u> (METROPOLITAN-VICKERS) * Page 1, lignes 42 à 56 *	1,13	
	-- <u>US - A - 2 841 856</u> (L.F. GELBMAN) * Colonne 1, lignes 39 à 51 *	1,5,9	
	-- <u>FR - A - 2 362 711</u> (EPM INTERNATIONAL) * Revendication 1 *	1,9	C 04 B 41/30 B 28 B 7/00 H 05 B 3/60
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. ³)
			CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES
			X: particulièrement pertinent A: arrière-plan technologique O: divulgation non-écrite P: document intercalaire T: théorie ou principe à la base de l'invention E: demande faisant interférence D: document cité dans la demande L: document cité pour d'autres raisons
			&: membre de la même famille, document correspondant
Le present rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche La Haye		Date d'achèvement de la recherche 18-08-1978	Examineur BOUTRUCHE