

①②

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②② Date de dépôt : 11.07.01.

③⑦ Priorité : 13.07.00 GB 00017125.

④③ Date de mise à la disposition du public de la
demande : 18.01.02 Bulletin 02/03.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Ce dernier n'a pas été
établi à la date de publication de la demande.*

⑥⑦ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦① Demandeur(s) : VHSOFT I P COMPANY LIMITED —
HK.

⑦② Inventeur(s) : WONG TIN CHEUNG CONRAD.

⑦③ Titulaire(s) :

⑦④ Mandataire(s) : CABINET MALEMONT.

⑤④ PROCÉDE INFORMATISE D'ANALYSE ET D'INTERPRETATION DE DESSINS INDUSTRIELS.

⑤⑦ L'invention concerne un procédé informatisé d'analyse et d'interprétation de dessins industriels en format de fichier CAO, mis en oeuvre grâce à une unité centrale de traitement qui analyse les dessins et interprète des symboles, des éléments graphiques et des informations textuelles des dessins pour déterminer la relation entre ces symboles, éléments graphiques et informations textuelles afin de fournir une analyse quantitative des éléments graphiques, une reconstitution tridimensionnelle des dessins, et une interprétation des données tirées des dessins en fonction de formules prédéterminées, toutes les instructions destinées au fonctionnement de l'unité centrale et tous les algorithmes, instructions et formules destinées à l'analyse et à l'interprétation des dessins étant stockés dans un moyen de stockage.

FR 2 811 785 - A1



Procédé informatisé d'analyse et d'interprétation de
dessins industriels

La présente invention concerne un système de
5 traitement informatisé pour analyser et interpréter des
dessins industriels en format numérique.

Dans l'industrie de la construction, de nombreux
aspects, tels que l'analyse structurale et la
production de dessins, ont été informatisés. Cependant,
10 le travail de métrage, tel que, par exemple, la mesure
de la quantité d'armature en acier à utiliser dans une
construction en béton armé et de la quantité de
coffrages et de béton à employer, est encore exécuté
manuellement.

15 Jusqu'à ce jour, le métrage n'a pas pu être
informatisé en raison des difficultés énormes posées
par la lecture et l'interprétation des dessins. Le
travail du mètreur est un travail complexe qui exige un
niveau de compétence élevé et beaucoup d'expérience.
20 Les mètreurs doivent suivre une longue formation pour
acquérir les compétences nécessaires.

Les dessins sont habituellement établis à l'aide
d'un format de fichier de conception assistée par
ordinateur (CAO). Ces dessins sont ensuite imprimés par
25 les mètreurs pour faire partie intégrante d'un document
d'offre en vue d'une soumission.

Dans les projets de construction, promoteurs et
entrepreneurs passent beaucoup de temps et déploient
des efforts considérables pour déterminer le coût du
30 projet. Le promoteur est pressé de déterminer et de
fixer le coût du projet avec l'entrepreneur, et

l'entrepreneur est impatient de s'assurer que son offre est réaliste, qu'elle couvre tous les aspects de la construction et que son estimation des coûts est aussi exacte que possible.

5 D'une manière générale, l'entrepreneur examine et analyse les dessins industriels du projet qui ont été préparés par le promoteur afin de déterminer avec exactitude la quantité de matériaux nécessaire pour réaliser le projet. A ce stade, un métreur expérimenté
10 doit consacrer 4 à 5 hommes/mois pour effectuer le travail de mesure d'un projet de grande hauteur classique. Une fois que la quantité totale de matériaux a été déterminée, l'entrepreneur peut alors déterminer le coût par poste et arriver, par conséquent, au coût
15 total de la construction du projet.

Le détail des matériaux et des coûts est défini dans un document connu sous le nom de Devis. Ce document comporte en général plusieurs centaines de pages. Pour préparer les Devis, des métreurs qualifiés
20 doivent examiner et analyser tous les aspects de chacun des dessins industriels sans exception, afin d'évaluer avec précision la quantité de matériaux requise pour mener à bien le projet, tel qu'il est représenté sur les dessins. Le nombre de dessins à examiner peut
25 s'élever à plusieurs centaines.

Une fois que le contrat a été attribué, le promoteur envoie habituellement ses propres métreurs pour refaire entièrement le métrage afin de savoir s'il existe des écarts entre les relevés de mesures
30 effectués par les deux équipes de métreurs séparées. Si des écarts sont observés, les deux équipes de métreurs

doivent alors vérifier et rectifier la différence, car un faible pourcentage d'erreurs peut signifier des millions de dollars. Le temps total passé à mesurer et vérifier ces informations peut aller jusqu'à
5 20 hommes/mois et représente, par conséquent, une opération extrêmement onéreuse.

L'analyse des dessins industriels est actuellement une opération manuelle lente qui prend beaucoup de temps et qui coûte très cher. La tâche est également
10 très répétitive et très fastidieuse et est donc sujette à des erreurs humaines.

La présente invention concerne un procédé informatisé d'analyse et d'interprétation de dessins industriels en format numérique. Par essence, le
15 procédé consiste en la reconnaissance de symboles et d'éléments graphiques sur n'importe quel type de dessins industriels, suivie par une analyse de la relation entre les symboles et les éléments graphiques des dessins afin de fournir une interprétation
20 significative de ceux-ci. L'interprétation des dessins peut être exécutée selon différentes méthodes comprenant une analyse quantitative des dessins et/ou une reconstitution en trois dimensions de ceux-ci.

La reconnaissance de symboles et d'éléments
25 graphiques n'est pas nouvelle. Toutefois, jusqu'à ce jour, la reconnaissance de symboles et d'éléments graphiques sur des dessins a été limitée à une simple reconnaissance statique de ces éléments et, jusqu'à maintenant, il n'a pas été possible d'analyser la
30 relation entre les symboles et les éléments graphiques pour fournir des résultats significatifs.

Le procédé nécessite un ordinateur comportant une unité centrale de traitement reliée de manière fonctionnelle à un moyen de stockage, un moyen formant mémoire, un moyen d'entrée et un moyen de sortie. Le
5 moyen de stockage peut servir à stocker des modèles des multiples symboles différents qui seront rencontrés dans les dessins, ainsi que les algorithmes prédéterminés pour identifier et reconnaître les éléments graphiques qui figurent sur les dessins. Le
10 moyen de stockage peut également servir à stocker n'importe quelle autre donnée ou information nécessaire pour l'analyse et l'interprétation des dessins.

La présente invention propose précisément un procédé informatisé d'analyse et d'interprétation de
15 dessins industriels en format de fichier CAO, caractérisé en ce qu'une unité centrale de traitement reliée de manière fonctionnelle à un moyen de stockage, un moyen formant mémoire, un moyen d'entrée et un moyen de sortie et fonctionnant conformément à une série
20 prédéfinie d'instructions, analyse les dessins et interprète des symboles, des éléments graphiques et des informations textuelles tirés des dessins pour déterminer la relation entre les symboles, les éléments graphiques et les informations textuelles afin de
25 fournir une analyse quantitative des éléments graphiques et une reconstitution tridimensionnelle des dessins, ainsi qu'une interprétation des données tirées des dessins en fonction d'une formule prédéterminée, et en ce que toutes les instructions prédéfinies destinées
30 au fonctionnement de l'unité centrale de traitement et tous les algorithmes, instructions et formules

destinées à l'analyse et à l'interprétation des dessins industriels sont stockés dans le moyen de stockage.

Conformément à une caractéristique particulière de l'invention, l'unité centrale de traitement scannérise
5 chaque dessin individuel pour identifier toutes les informations graphiques et textuelles et tous les symboles contenus dans les dessins et pour identifier la forme, les dimensions et la position spatiale de chaque élément graphique, ainsi que la position de tous
10 les symboles et textes des dessins, et en ce que ces informations sont stockées dans le moyen de stockage en vue d'être analysées ultérieurement.

Conformément à une autre caractéristique particulière de l'invention, l'unité centrale de
15 traitement scannérise tous les éléments graphiques de chaque dessin et compare chaque élément graphique à des modèles connus stockés dans le moyen de stockage, et en ce que, si l'élément graphique est identique au modèle stocké ou se situe dans des limites prédéfinies par
20 rapport à celui-ci, l'unité centrale de traitement identifie l'élément graphique et enregistre sa position qu'elle stocke dans le moyen de stockage.

L'analyse des dessins est réalisée en fonction d'une série d'algorithmes prédéfinis qui exigent de
25 l'unité centrale de traitement qu'elle analyse et interprète les symboles et les données graphiques et textuelles, qui sont en format numérique, à partir des dessins et qu'elle traite ces informations afin de déterminer la relation entre les symboles, les éléments
30 graphiques et les données textuelles.

Le procédé peut être utilisé pour analyser et interpréter n'importe quel type de dessins industriels; il est toutefois particulièrement adapté pour être utilisé dans l'industrie de la construction où
5 l'utilisateur doit traiter un grand nombre de dessins complexes. Par conséquent, pour plus de commodité et pour faciliter la compréhension, le procédé est décrit ci-après en référence à des dessins industriels de construction.

10 Pour analyser des dessins industriels de construction, il faut extraire des informations à partir de deux sources principales, à savoir des plans d'ensemble et des dessins de détail. Le plan d'ensemble représente la disposition générale d'un bâtiment, étage
15 par étage, tandis que les dessins de détail représentent les éléments structuraux individuels du bâtiment, tels que colonnes, murs, poutres, dalles et escaliers, étage par étage.

Les informations topologiques des éléments peuvent
20 être extraites des dessins du plan d'ensemble, tandis que la quantité réelle de matériaux et les dimensions réelles de chaque élément structural peuvent être extraites du dessin de détail correspondant.

Tous les éléments figurant sur chaque dessin sont
25 représentés par des symboles conformément à une convention standard industrielle, afin que le métreur puisse identifier exactement de quoi chaque élément est composé. Ainsi, par exemple, dans le cas d'un plan de colonne, le métreur pourra déterminer le nombre exact
30 de barres d'armature prévues dans la colonne, la taille de chaque barre, le degré de chevauchement des barres

entre deux colonnes adjacentes. Le mètreur doit déterminer la quantité de matériaux requise en interprétant les dessins.

Chaque dessin du plan d'ensemble donne une vue en
5 plan d'un étage du bâtiment. Le dessin se compose de lignes, d'arcs, et de texte, entre autres, pour indiquer ou suggérer les informations relatives à la position, aux dimensions et à la relation mutuelle des éléments.

10 Il existe 5 types principaux d'éléments dans le plan d'ensemble et les dessins de détail. Certains de ces éléments sont représentés en vue de face en contour, tandis que d'autres sont représentés en vue en plan et d'autres sous forme de tableaux. Les 5 types
15 d'éléments sont les suivants.

1. Colonnes: elles sont représentées en vue en plan sous une forme circulaire, rectangulaire ou polygonale fermée.
2. Poutres: les limites sont représentées par deux
20 séries de lignes parallèles séparées. Les poutres arquées sont représentées par des arcs concentriques.
3. Murs: une série de lignes formant un polygone fermé représente la base du mur et deux séries de lignes
25 dont la plupart sont verticales représentent le bord gauche ou le bord droit du mur, tandis que deux séries de lignes parallèles représentent la partie supérieure du mur.
4. Escaliers: en vue en plan, ils sont représentés
30 sous la forme d'un ou de plusieurs groupes de lignes courtes parallèles séparées par la même

distance. La forme peut être un rectangle ou un polygone irrégulier, mais ses limites sont toujours des murs. En vue en coupe, chacune des marches est composée de 2 lignes reliées dont l'une est horizontale et l'autre verticale. Chaque palier est composé de 2 lignes parallèles.

5. Dalles: zones entourées par des poutres et des murs et ayant chacune un nom indiqué sous la forme d'une suite de caractères et d'une référence de dalle qui indique la position et la direction de la dalle.

Le procédé peut être résumé de la manière suivante.

- (i) L'unité centrale de traitement lit toutes les primitives graphiques du dessin, telles que les lignes, le texte, les arcs et les lignes en pointillés, et ces informations sont stockées dans différentes matrices en vue d'être analysées ultérieurement. La position spatiale du dessin à l'intérieur du plan d'ensemble est également déterminée, de telle façon que, si le dessin représente une colonne, l'unité centrale de traitement détermine l'étage où la colonne est située et l'emplacement de cette colonne sur cet étage particulier.

- (ii) L'unité centrale de traitement reconnaît ensuite les symboles techniques qui se trouvent sur les dessins en comparant les symboles des dessins avec des modèle stockés dans le moyen de stockage. La reconnaissance des symboles facilite la reconnaissance des éléments graphiques des dessins.

- (iii) Puis, l'unité centrale de traitement reconnaît les éléments graphiques, tels que les colonnes, les poutres, les murs, les dalles et les escaliers, représentés sur les dessins à l'aide d'un
5 algorithme prédéfini et détermine les dimensions et la forme de chaque élément.
- (iv) L'unité centrale de traitement utilise ensuite les valeurs de chaque élément graphique pour permettre la création d'un modèle tridimensionnel du dessin
10 et/ou pour quantifier chacun des éléments conformément à une formule mathématique. Ainsi, par exemple, il est possible de quantifier l'acier d'armature, le volume de béton et/ou les coffrages qui seront nécessaires lors de la
15 construction.

Chaque étape du procédé va maintenant être décrite.

Lecture des primitives graphiques

Au début du procédé, l'unité centrale de traitement lit toutes les primitives graphiques, telles que les
20 lignes, et le texte, par exemple, enregistre et stocke ces valeurs. En plus d'enregistrer et de stocker la valeur de chaque primitive graphique, l'unité centrale de traitement enregistre la position spatiale de celle-ci sur chacun des dessins sans exception.

25 Reconnaissance des symboles

Pour reconnaître les éléments sur les dessins, il est nécessaire de reconnaître tout d'abord les symboles, tels que les références de dalles, qui identifient ces éléments.

30 Chaque symbole a un modèle qui peut être décrit sous 4 aspects:

1. entités constituant le symbole;
2. conditions devant être satisfaites par chaque entité;
3. relation entre les différentes entités;
- 5 4. seuils décrivant la relation.

Les modèles sont stockés dans le moyen de stockage et l'unité centrale de traitement y a accès, lorsque cela est nécessaire.

La procédure de reconnaissance des symboles est
10 représentée sur l'organigramme visible sur la figure 1.

Les valeurs de toutes les primitives graphiques, qui sont contenues dans les différentes matrices, sont ensuite soumises à une analyse de reconnaissance de symboles. La reconnaissance des symboles suppose que
15 l'unité centrale de traitement compare la valeur de chaque primitive graphique contenue dans chaque matrice avec les valeurs de symboles connues contenues dans le moyen de stockage. Si la valeur d'une primitive graphique est identique à la valeur connue contenue
20 dans le moyen de stockage ou se situe dans des limites prédéfinies par rapport à celle-ci, la primitive est identifiée comme étant le symbole approprié.

Une fois que les symboles du dessin ont été identifiés, il est alors possible d'identifier tous les
25 éléments du dessin.

La reconnaissance des différents éléments est exécutée séquentiellement pour plus d'efficacité.

La séquence consiste tout d'abord à reconnaître le système de quadrillage afin d'avoir une référence quant
30 à la position et aux dimensions des éléments à l'intérieur des dessins. Cette étape est suivie par la

reconnaissance des colonnes, car celles-ci sont situées à l'intersection de deux lignes de quadrillage perpendiculaires. Cette étape est elle-même suivie par la reconnaissance des poutres, car celles-ci reposent
5 sur des colonnes. Les éléments suivants à reconnaître sont les murs, puis les escaliers et les dalles.

Reconnaissance des colonnes

Chaque colonne d'un dessin est identifiée par un nom. Afin d'identifier la colonne, l'unité centrale de
10 traitement analyse le dessin par référence à un algorithme prédéterminé.

L'algorithme utilisé pour identifier une colonne peut être décrit comme suit.

1. Identifier toutes les positions du quadrillage et
15 calculer toutes les intersections de deux lignes de quadrillage perpendiculaires.
2. Localiser une suite de caractères désignant une colonne, telle que "C1", à proximité de chaque intersection du quadrillage. La position de chaque
20 suite de caractères est identifiée et stockée dans le moyen de stockage.
3. Si aucune suite de caractères n'est trouvée, localiser alors une suite de caractères comportant le préfixe "C" à proximité de l'intersection, puis
25 trouver toutes les suites de caractères comportant ce préfixe. La position de chaque suite de caractères est ensuite identifiée et stockée dans le moyen de stockage.
4. Une fois qu'une colonne est localisée, essayer
30 alors de localiser une suite de caractères, telle que 600*400, près de chaque suite de caractères de

colonne. Si une telle suite de caractères est trouvée, chaque dimension et chaque nom sont alors identifiés et stockés dans le moyen de stockage.

- 5 5. Si aucune dimension n'est trouvée, explorer alors
le plan d'ensemble dans sa totalité pour déterminer
s'il existe une légende de colonne caractéristique
identifiée par la suite de caractères formant titre
"COLONNE CARACTERISTIQUE". A partir de cette
légende, il est possible d'identifier la forme et
10 les dimensions de toutes les colonnes de ce dessin
particulier. Ces informations sont ensuite stockées
dans le moyen de stockage.
6. Si aucune information concernant une colonne
caractéristique n'est trouvée, supposer alors qu'il
15 n'y a que des colonnes de forme normale.
7. S'il n'existe pas d'information dimensionnelle,
rechercher alors des limites fermées de la colonne.
La taille d'une colonne ne peut pas être supérieure
à la moitié de la distance entre deux lignes de
20 quadrillage adjacentes.

Reconnaissance des poutres

Les poutres sont situées sur deux colonnes ou sur
une colonne et un mur ou une autre poutre. Pour
identifier les poutres, l'unité centrale de traitement
25 analyse le dessin par référence à un algorithme
prédéterminé. L'algorithme d'identification des poutres
peut être décrit de la manière suivante.

1. Localiser des noms de poutres en identifiant des
suites de caractères, telles que "*B*". Le
30 caractère "B" ne doit pas être situé à la fin de la

suite de caractères. Ces informations sont ensuite stockées dans le moyen de stockage.

2. En ce qui concerne chaque suite de caractères désignant une poutre, identifier une suite de caractères, telle que 400*500, pour identifier la largeur et l'épaisseur de la poutre. Les poutres peuvent être horizontales ou verticales. Si la poutre est verticale, sa suite de caractères doit alors être elle aussi verticale.
3. Localiser les limites de chaque poutre identifiée précédemment. Localiser la position de chaque élément voisin, c'est-à-dire colonne ou mur. Une poutre doit être située entre deux éléments. Identifier une ligne entre les deux éléments et, par conséquent, une première limite de la poutre.
4. S'il existe des informations dimensionnelles, utiliser alors ces informations pour identifier la seconde limite de la poutre. S'il n'existe pas d'information dimensionnelle, la distance de la seconde limite de la poutre doit être limitée à une valeur de seuil prédéterminée et également située entre deux éléments. La seconde ligne de la poutre qui est située sous la première ligne de celle-ci peut être entrelacée ou recouverte partiellement, mais il ne peut s'agir d'une ligne brisée.

Reconnaissance des murs

La reconnaissance des murs est semblable à la reconnaissance des poutres et est exécutée conformément à l'algorithme suivant.

1. A partir de toutes les données numériques du dessin, localiser des noms de murs en identifiant

des suites de caractères "W*", c'est-à-dire des suites de caractères contenant le caractère "W" en première position. Ces informations sont ensuite stockées dans le moyen de stockage.

- 5 2. En ce qui concerne chaque mur ainsi identifié, localiser une suite de chiffres, telle que "200", qui désigne l'épaisseur du mur. Ces informations sont stockées dans le moyen de stockage.
3. Localiser les limites de chaque mur identifié
10 précédemment à l'aide de la même procédure que celle utilisée pour identifier les limites des poutres.

Reconnaissance des escaliers

Sur les dessins de détail, les escaliers sont
15 représentés en vue en plan et en vue en coupe. Deux types différents d'algorithmes doivent donc être utilisés pour identifier les différentes vues d'escaliers. Pour une vue en plan, l'algorithme suivant est utilisé.

- 20 1. Localiser une suite de caractères désignant un escalier sur le dessin en plan, telle que "Escalier n° 1".
2. Localiser une ou plusieurs séries de lignes contenant chacune plus de 4 lignes de même longueur
25 et comportant une distance identique entre deux lignes adjacentes.
3. Localiser une limite fermée qui contient la série de lignes et qui est située tangentiellement à celle-ci.
- 30 Pour la vue en coupe de l'escalier, l'algorithme suivant peut être utilisé.

1. Localiser une ligne verticale et une ligne horizontale dans lesquelles un point de la ligne horizontale est relié au point supérieur de la ligne verticale. Le rapport de la ligne horizontale sur la ligne verticale ne doit pas être inférieur à 0,5 ni supérieur à 2. S'il existe des lignes de ce type, déterminer alors s'il y a plus de 5 groupes de lignes identiques. Chacun de ces groupes représente une marche.
2. Localiser toutes les marches et les paliers supérieurs et inférieurs de chaque escalier.

Reconnaissance des dalles

Les dalles ne sont pas identifiées par des éléments graphiques figurant sur les dessins mais à l'aide des éléments environnants.

L'algorithme de reconnaissance des dalles est le suivant.

1. Localiser et reconnaître des trous en localisant une série de lignes dans lesquelles il y a toujours deux lignes ayant une configuration en forme de "X". Localiser les sommets de toutes les lignes de la série. Si une limite fermée est trouvée, on suppose qu'il s'agit d'un trou.
2. Localiser et reconnaître des références de dalles en comparant les symboles qui se trouvent sur le dessin avec les symboles stockés dans le moyen de stockage.
3. Déterminer les limites de tous les murs et de toutes les poutres à l'aide des procédures définies précédemment et déterminer la ligne centrale de chaque élément.

4. Reconnaître les limites de chaque dalle en identifiant la référence de celle-ci. Les références des dalles sont situées au centre de chaque dalle. A partir de la référence de la dalle, trouver une première ligne non horizontale située à gauche de la référence de la dalle. A partir de cette ligne, trouver les lignes reliées à celle-ci en procédant dans le sens inverse des aiguilles d'une montre.
5. Relier les trous aux dalles en identifiant les trous situés à l'intérieur des limites de chaque dalle.

La reconnaissance des éléments est représentée à titre d'illustration sur l'organigramme de la figure 2.

- Une fois que les éléments ont été reconnus, toutes les données concernant la position des éléments, leur taille et leurs dimensions, sont alors connues. A l'aide de ces informations, il est alors possible d'interpréter les données pour créer un modèle en trois dimensions des éléments graphiques des dessins et, par conséquent, du bâtiment dans son ensemble. Ceci est exécuté par l'unité centrale de traitement à l'aide d'une formule mathématique prédéterminée afin de combiner les données de toutes les primitives graphiques, y compris de la position spatiale de celles-ci, pour construire une image en trois dimensions du bâtiment ou des éléments représentés sur les dessins. Grâce au modèle en trois dimensions, il est possible d'identifier tous les problèmes susceptibles de se poser au cours de la construction du

bâtiment, préalablement à la construction, tels que le positionnement incorrect d'un élément.

A partir des informations obtenues à la suite du procédé ci-dessus, il est également possible de
5 quantifier l'acier d'armature, le béton, les coffrages et d'autres éléments qui seront requis au cours de la construction. Il est en outre possible de localiser et de quantifier tous les autres éléments, tels que les arroseurs d'installation d'extinction automatique
10 d'incendie, les portes et les fenêtres, par exemple, qui figurent sur les dessins.

Le volume de béton qui sera nécessaire pour chaque élément peut être calculé à l'aide d'une formule mathématique à partir des dimensions des différents
15 éléments.

De même, la quantité de coffrages qui sera requise au cours de la construction des différents éléments peut être déterminée à partir des dimensions des éléments correspondants.

20 La quantification de l'acier d'armature est plus difficile que la quantification du volume de béton ou des coffrages, car elle nécessite d'identifier les lignes qui, sur les dessins, représentent des barres d'acier d'armature.

25 L'acier d'armature comporte habituellement trois éléments, à savoir une suite de caractères d'annotation, une polyligne et une ligne de liaison.

La suite de caractères d'annotation d'une barre d'acier indique le type d'acier, le diamètre, la
30 quantité, le numéro de série et l'emplacement de l'acier d'armature. Une polyligne représente la forme

de l'armature en acier, tandis que la ligne de liaison sert à relier la suite de caractères d'annotation à la polyligne. Ainsi, par exemple, la légende 5-Y10-23-150 B1 signifie qu'il y a 5 barres d'acier de type Y, de 10 mm de diamètre, espacées de 150 mm les unes des autres en B1 (c'est-à-dire, bas 1) et que toutes les barres d'acier ont une référence de barre 23.

A titre d'exemple également, la légende 35 R 10-101-150 SS représente des étriers individuels attachés autour d'une poutre. Le nombre 35 représente le nombre d'étriers placés autour de la poutre. La lettre R indique le type d'étrier. Le nombre 10 représente le diamètre de la barre d'acier de l'étrier. Le nombre 101 est la référence de l'étrier en acier et le nombre 150 indique l'espacement des étriers le long de la poutre.

La reconnaissance des barres d'acier d'armature est représentée sur l'organigramme de la figure 3.

Il ressort de cette représentation que la reconnaissance et l'identification des barres d'acier d'armature sont exécutées sur des dessins de détail en identifiant et en analysant la suite de caractères d'annotation, puis en localisant et en analysant la ligne d'annotation.

Analyse d'une suite de caractères d'annotation d'acier

Une suite de caractères d'annotation d'acier comporte 5 éléments principaux, à savoir quantité, type, diamètre, numéro et attribut de position. La quantité indique la quantité d'acier d'armature. Le type indique le type d'acier d'armature, tel que "T" ou "R" ou "Y" ou "ET". La valeur de diamètre se réfère au diamètre des barres d'acier et est représentée par un

nombre entier se situant dans une plage de 10 à 40. La valeur numérique correspond au numéro de série de l'acier d'armature et est représentée par un nombre entier ou par un nombre entier plus une lettre.

5 L'attribut de position donne la position de l'acier d'armature et peut être représenté par une suite de caractères ou une phrase, telle que "T1 & B1", "E.F", "T2" "B2".

La procédure (l'algorithme) d'interprétation de la
10 suite de caractères d'annotation d'acier est la suivante.

1. A partir des données numériques, identifier une suite de caractères d'annotation d'acier.
2. Cette suite de caractères est ensuite décomposée en
15 symboles individuels. Par exemple, "5Y10-200 T&B" peut être scindé en "5,Y,1,0, -2,0,0,,T,&,B".
3. Grouper les caractères séparés de la suite en groupes de caractères corrects. Ainsi, par exemple, "5Y10-200 T&B est groupé en "5", "Y", "10", "-",
20 "200", "T", "&", "B".
4. L'unité centrale de traitement compare ensuite les trois premiers groupes avec des caractéristiques connues du type d'acier. Ces caractéristiques prédéfinies sont stockées dans le moyen de
25 stockage.
5. Si le groupe du type d'acier est situé dans la suite de caractères, il est alors utilisé comme point de référence, et l'unité centrale de traitement analyse les groupes situés avant et
30 après ce point de référence afin de vérifier s'ils correspondent aux caractéristiques prédéfinies des

éléments de la suite de caractères d'annotation d'acier. Si tel est le cas, la suite de caractères est déterminée comme étant une suite de caractères d'annotation d'une barre d'acier.

5 Lorsque la suite de caractères d'annotation d'une barre d'acier a été localisée, il faut ensuite évaluer à quelle ligne du dessin la suite de caractères d'annotation se réfère, afin d'identifier la ligne de barre d'acier. La suite de caractères d'annotation
10 indique la ligne de barre d'acier au moyen d'une ligne d'annotation.

Ceci est réalisé grâce à une analyse de relativité de ligne de référence qui mesure la proximité entre une suite de caractères d'annotation et une ligne
15 d'annotation. A chaque ligne est attribué un champ de gravité conceptuel. Ce champ de gravité conceptuel est différent d'un champ de gravité normal, car ce dernier ne peut pas représenter la relation correcte entre les objets d'un dessin. Par conséquent, le champ de gravité
20 est modifié par l'addition de symboles sur la ligne et par la collocation de la suite de caractères et de la ligne.

Les symboles qui affectent le champ de gravité d'une ligne comprennent des lignes courtes, des points
25 et des flèches placés sur la ligne. Ces facteurs modifient la taille, la forme et l'orientation du champ de gravité. Des points sont introduits dans le champ de gravité pour donner une forme à la gravité d'une ligne. La position de points échantillons dans un champ de
30 gravité est représentée sur la figure 4.

La première représentation de la figure 4 est celle d'un champ de gravité normal dans lequel les huit points du champ sont tous pris en compte pour déterminer la relation entre la ligne et la suite de caractères. La seconde représentation montre une ligne comportant une flèche au niveau de l'une des extrémités de la ligne d'annotation. Dans ce cas, le texte qui se rattache à cette ligne est habituellement situé près de l'extrémité opposée de la ligne par rapport à la flèche. Par conséquent, le champ de gravité de l'extrémité comportant la flèche est minimalisé et les points 4, 5 et 6 ne sont pas utilisés pour la détermination de la relation. De même, si la ligne comporte des flèches aux deux extrémités, seuls les points 3 et 7 sont utilisés pour déterminer la relation.

La collocation d'une suite de caractères et d'une ligne modifie également le champ de gravité d'une ligne. Lorsqu'il existe plusieurs lignes de barres d'acier disposées parallèlement les unes aux autres, il peut être difficile d'identifier à quelle ligne d'acier la suite de caractères d'annotation correspond.

Ceci est représenté sur la figure 5 où il y a trois lignes de barres d'acier et trois suites de caractères d'annotation toutes tracées parallèlement les unes aux autres. Dans ce cas, il peut être difficile de déterminer à quelle ligne la suite de caractères 3Y10-91-300 B2, par exemple, se réfère.

Dans ce cas, lorsqu'un groupe de lignes et du texte sont disposés de manière régulière et alternée, le champ de gravité du groupe est alors modifié afin que

certains points ne soient pas pris en compte, comme cela est visible sur la figure 5. Ainsi, sur la figure 5, seuls les points échantillons 2, 3 et 4 seront utilisés pour déterminer la relation entre la ligne et la suite de caractères.

Une fois que la ligne d'annotation correcte, c'est-à-dire la ligne qui est reliée à la suite de caractères d'annotation, a été identifiée, il est ensuite déterminé à quelle ligne de barre d'acier la ligne d'annotation se réfère.

L'analyse de la ligne d'annotation est exécutée en fonction d'un algorithme prédéfini qui est stocké dans le moyen de stockage. L'algorithme peut être décrit comme suit.

1. Localiser une ligne du dessin.
2. Déterminer s'il existe des symboles, tels qu'une ligne courte, un point ou une flèche, qui coupent cette ligne.
3. En fonction des symboles qui coupent la ligne, un champ de gravité est créé autour de cette ligne.
4. L'unité centrale de traitement détermine ensuite s'il existe un groupe de lignes et du texte disposés de manière alternée à proximité de la ligne, et si les lignes du groupe ont le même angle, la même orientation et la même longueur que la ligne. Si un groupe de lignes et du texte sont trouvés, le champ de gravité de la ligne est alors modifié conformément à la collocation.
5. L'unité centrale de traitement génère un champ de gravité pour chacune des lignes du dessin de détail.

6. L'unité centrale de traitement détermine ensuite la distance entre la suite de caractères d'annotation d'acier et chaque ligne d'annotation.

La relation entre la suite de caractères
5 d'annotation d'acier et la ligne d'annotation peut alors être déterminée comme la ligne ayant le champ de gravité le plus proche.

Une fois qu'il a été déterminé quelle ligne d'annotation est la ligne correcte, il faut ensuite
10 procéder à une analyse de la barre d'acier. Les barres d'acier sont indiquées sous deux formes, à savoir sous la forme d'une barre d'acier d'intersection et sous la forme d'une barre d'acier à pointe de flèche. La première est une polyligne qui est coupée par la ligne
15 d'annotation, le point d'intersection étant marqué par un symbole de point. Le point d'intersection de la barre d'acier à pointe de flèche est indiqué par une flèche. Au niveau du point d'intersection, chaque barre d'acier et chaque ligne d'annotation doivent être
20 perpendiculaires. Si la barre d'acier est une barre d'acier d'intersection, la distance entre le point d'intersection et le centre du point doit alors être inférieure à la moitié du diamètre du point. Si la barre d'acier est une barre d'acier à pointe de flèche,
25 la distance entre le point d'intersection et la tête de la flèche doit alors être inférieure à la distance entre la queue de la flèche.

L'exécution de cette analyse permet d'identifier la ligne de barre d'acier. Une fois que la ligne de barre
30 d'acier a été identifiée, il est alors possible de

calculer la quantité d'acier nécessaire à la construction de l'élément concerné.

Ce qui précède, ainsi que d'autres buts, caractéristiques et avantages de la présente invention, ressortira plus clairement de la description détaillée
5 suivante d'un mode de mise en œuvre donnée à titre d'exemple nullement limitatif en référence aux dessins annexés dans lesquels:

la figure 1 représente un organigramme d'une
10 procédure de reconnaissance de symboles;

la figure 2 représente un organigramme d'une procédure de reconnaissance d'éléments;

la figure 3 représente un organigramme d'une procédure de reconnaissance de barres d'acier
15 d'armature;

la figure 4 représente la position de points échantillons dans un champ de gravité;

la figure 5 représente trois lignes de barres d'acier et trois suites de caractères d'annotation
20 parallèles les unes aux autres;

la figure 6 représente un plan d'ensemble traditionnel montrant différents éléments;

la figure 7 montre à une plus grande échelle une partie du plan d'ensemble;

25 la figure 8 représente un dessin de détail traditionnel montrant différentes poutres; et

la figure 9 représente à une plus grande échelle une partie du dessin de détail, montrant une poutre en coupe transversale.

30 Sur le dessin du plan d'ensemble traditionnel de la figure 6, qui est une vue en plan de l'un des étages

d'un bâtiment, sont représentés différents éléments graphiques, tels que des colonnes 1, des murs 2, des poutres 3, des escaliers 4 et des dalles 5. La position de chacun des éléments est représentée par référence à un quadrillage 55 et, par conséquent, la première colonne 1 du dessin est identifiée par la référence A1. Les colonnes suivantes sont identifiées par les références B1, C1 et ainsi de suite.

La figure 7 représente à une plus grande échelle la partie supérieure droite du plan d'ensemble de la figure 6. Sur ce dessin, on peut voir différents symboles, tels que des références de dalles 6 et des références de coupe 8. En outre, un trou 7, c'est-à-dire une case marquée d'un "X", est visible. Différents autres trous sont également représentés sur la figure 7, mais n'ont pas été référencés.

La poutre 3 identifiée par la référence 1B16 est représentée par une ligne en pointillés entre une colonne G2, d'un côté, et un mur W2, de l'autre. La figure 8 représente un dessin de détail classique de différentes poutres en coupe longitudinale et en coupe transversale. La poutre 1B16 est visible dans le coin supérieur gauche de la figure 8.

La figure 9 représente une coupe longitudinale réalisée à une plus grande échelle de la poutre identifiée sur la figure 8 par la référence 1B16. Des barres d'acier d'armature 10 de la poutre sont visibles entre une colonne G1, du côté droit, et le mur W2, du côté gauche. Des informations détaillées relatives à l'acier se trouvent dans la suite de caractères d'annotation 12. La barre d'acier à laquelle la suite

de caractères d'annotation se réfère est identifiée par une ligne d'annotation 11.

Comme cela ressort des figures 6 à 9, tous les éléments graphiques sont représentés par des lignes,
5 des lignes en pointillés, des arcs ou du texte pour indiquer ou suggérer des informations relatives à la position, aux dimensions et à la relation des différents éléments.

Le procédé d'analyse et d'interprétation des
10 dessins suppose que l'unité centrale de traitement localise toutes les différentes primitives graphiques. Une fois que toutes les primitives graphiques ont été localisées et que leurs positions relatives ont été identifiées, elles sont chacune comparées avec les
15 valeurs de symboles standards stockées dans le moyen de stockage. Si la valeur de la primitive graphique est la même ou se situe dans des limites prédéfinies, elle est reconnue comme étant le symbole approprié.

Une fois que tous les symboles ont été reconnus, il
20 est alors possible de reconnaître d'autres éléments graphiques présents sur les dessins_ grâce à un algorithme approprié. Ainsi, par exemple, lorsque le symbole d'une dalle est reconnu, l'unité centrale de traitement peut analyser les primitives graphiques
25 situées autour de la référence de la dalle en fonction d'un algorithme prédéfini afin de localiser des murs et des poutres, puisqu'une dalle est toujours entourée par ces deux éléments.

De même, lorsqu'une forme circulaire, rectangulaire
30 ou polygonale est identifiée, l'unité centrale de traitement peut analyser les primitives graphiques

situées autour de cette forme en fonction d'un algorithme prédéfini pour déterminer si la forme est une colonne ou non.

Après que les éléments graphiques ont été
5 identifiés, les dimensions et la forme de chaque
élément peuvent alors être déterminées par
l'interprétation du texte associé à cet élément. Ainsi,
par exemple, la suite de caractères d'annotation 12
identifie la quantité, le type, le diamètre, le numéro
10 et la position d'une barre d'acier particulière.

Grâce aux informations relatives aux dimensions et
à la forme de chaque élément graphique, il est possible
d'effectuer une reconstitution en trois dimensions des
éléments graphiques.

15 Bien que la description précédente ait porté sur un
mode de mise en œuvre particulier de la présente
invention, celle-ci n'est bien entendu pas limitée à
l'exemple spécifique décrit et illustré ici, et l'homme
de l'art comprendra aisément qu'il est possible d'y
20 apporter de nombreuses variantes et modifications sans
pour autant sortir du cadre de l'invention.

REVENDEICATIONS

1. Procédé informatisé d'analyse et d'interprétation de dessins industriels en format de fichier CAO, caractérisé en ce qu'une unité centrale de traitement reliée de manière fonctionnelle à un moyen
5 de stockage, un moyen formant mémoire, un moyen d'entrée et un moyen de sortie et fonctionnant conformément à une série prédéfinie d'instructions, analyse les dessins et interprète des symboles, des
10 éléments graphiques et des informations textuelles tirés des dessins pour déterminer la relation entre les symboles, les éléments graphiques et les informations textuelles afin de fournir une analyse quantitative des éléments graphiques et une reconstitution
15 tridimensionnelle des dessins, ainsi qu'une interprétation des données tirées des dessins en fonction d'une formule prédéterminée, et en ce que toutes les instructions prédéfinies destinées au fonctionnement de l'unité centrale de traitement et
20 tous les algorithmes, instructions et formules destinées à l'analyse et à l'interprétation des dessins industriels sont stockés dans le moyen de stockage.

2. Procédé tel que défini dans la revendication 1, caractérisé en ce que l'unité centrale de traitement
25 scannérise chaque dessin individuel pour identifier toutes les informations graphiques et textuelles et tous les symboles contenus dans les dessins et pour identifier la forme, les dimensions et la position spatiale de chaque élément graphique, ainsi que la
30 position de tous les symboles et textes des dessins, et

en ce que ces informations sont stockées dans le moyen de stockage en vue d'être analysées ultérieurement.

3. Procédé tel que défini dans la revendication 2, caractérisé en ce que l'unité centrale de traitement
5 scannérise tous les éléments graphiques de chaque dessin et compare chaque élément graphique à des modèles connus stockés dans le moyen de stockage, et en ce que, si l'élément graphique est identique au modèle stocké ou se situe dans des limites prédéfinies par
10 rapport à celui-ci, l'unité centrale de traitement identifie l'élément graphique et enregistre sa position qu'elle stocke dans le moyen de stockage.

4. Procédé tel que défini dans la revendication 3, caractérisé en ce que l'unité centrale de traitement
15 identifie les symboles contenus dans les dessins en les comparant à des modèles connus stockés dans le moyen de stockage, et en ce que, si les symboles sont identiques aux modèles stockés ou se situent dans des limites prédéfinies par rapport à ceux-ci, l'unité centrale de
20 traitement identifie les symboles, et la position des symboles est déterminée par rapport aux éléments graphiques environnants.

5. Procédé tel que défini dans la revendication 4, caractérisé en ce que l'unité centrale de traitement
25 identifie le texte contenu dans les dessins en le comparant avec des modèles connus stockés dans le moyen de stockage, et en ce que, si le texte est identique aux modèles stockés ou se situe dans des limites prédéfinies par rapport à ceux-ci, l'unité centrale de
30 traitement identifie le texte, et la position du texte

est déterminée par rapport aux éléments graphiques environnants.

6. Procédé tel que défini dans la revendication 5, caractérisé en ce que l'unité centrale de traitement
5 identifie la signification de chacun des éléments graphiques des dessins en analysant chaque élément graphique ainsi que tous les symboles et textes associés à l'élément graphique et la position de celui-ci en fonction d'algorithmes prédéfinis stockés dans le
10 moyen de stockage.

7. Procédé tel que défini dans la revendication 6, caractérisé en ce que l'unité centrale de traitement interprète la relation entre différents éléments graphiques et détermine la taille, la forme, la
15 position et les dimensions de chaque élément graphique en analysant les informations textuelles et les symboles qui sont reliés à l'élément graphique ou qui se situent dans des limites prédéfinies de proximité par rapport à celui-ci, et en déterminant la taille et
20 les dimensions de chaque élément graphique en fonction d'algorithmes prédéfinis stockés dans le moyen de stockage.

8. Procédé tel que défini dans la revendication 7, caractérisé en ce que l'unité centrale de traitement
25 localise toutes les informations et données relatives à chaque élément graphique à partir de tous les dessins pertinents conformément à une série prédéfinie d'instructions qui sont stockées dans le moyen de stockage, et en ce que ces informations sont stockées
30 dans le moyen de stockage.

9. Procédé tel que défini dans la revendication 8, caractérisé en ce que l'unité centrale de traitement détermine la quantité et la signification technique de chaque élément graphique de chaque dessin en fonction
5 d'une formule prédéterminée stockée dans le moyen de stockage.

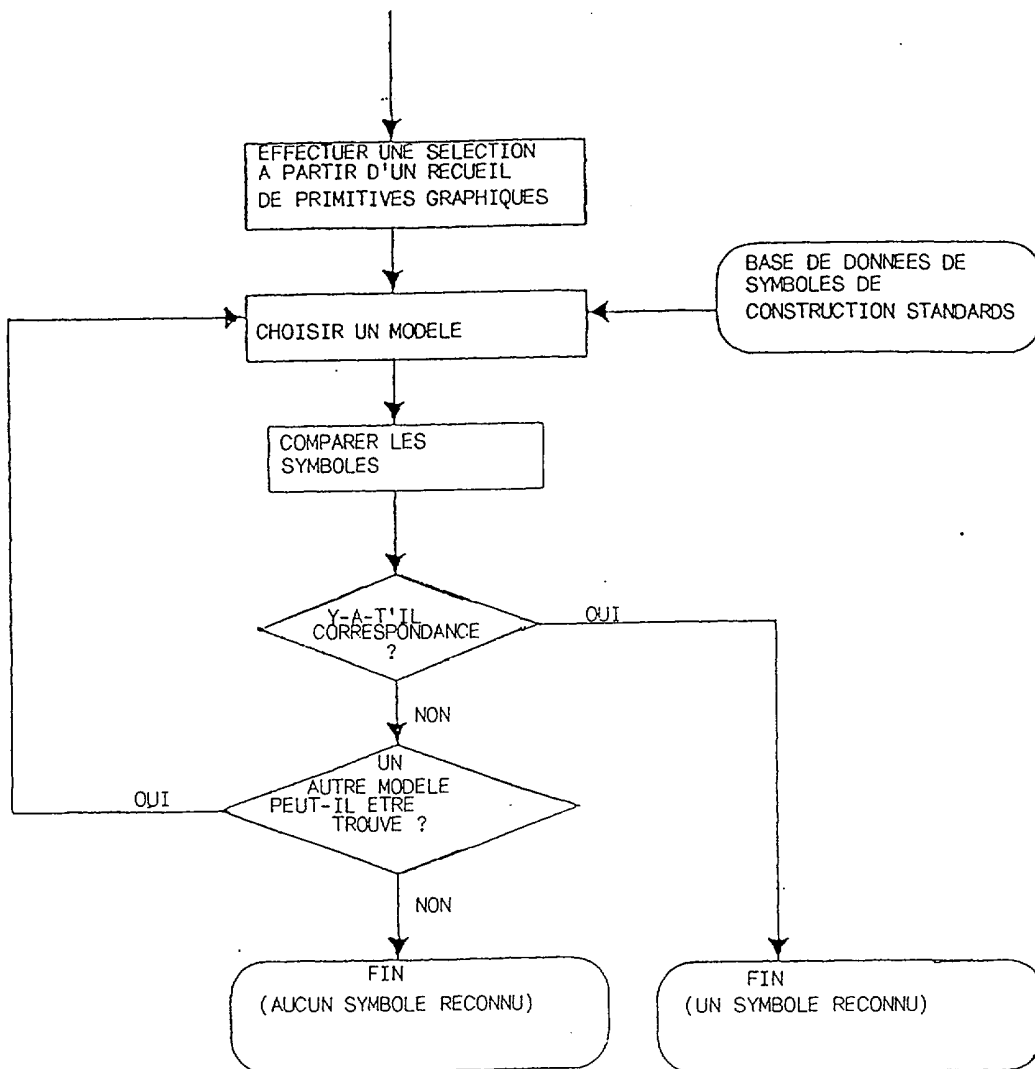


Figure 1

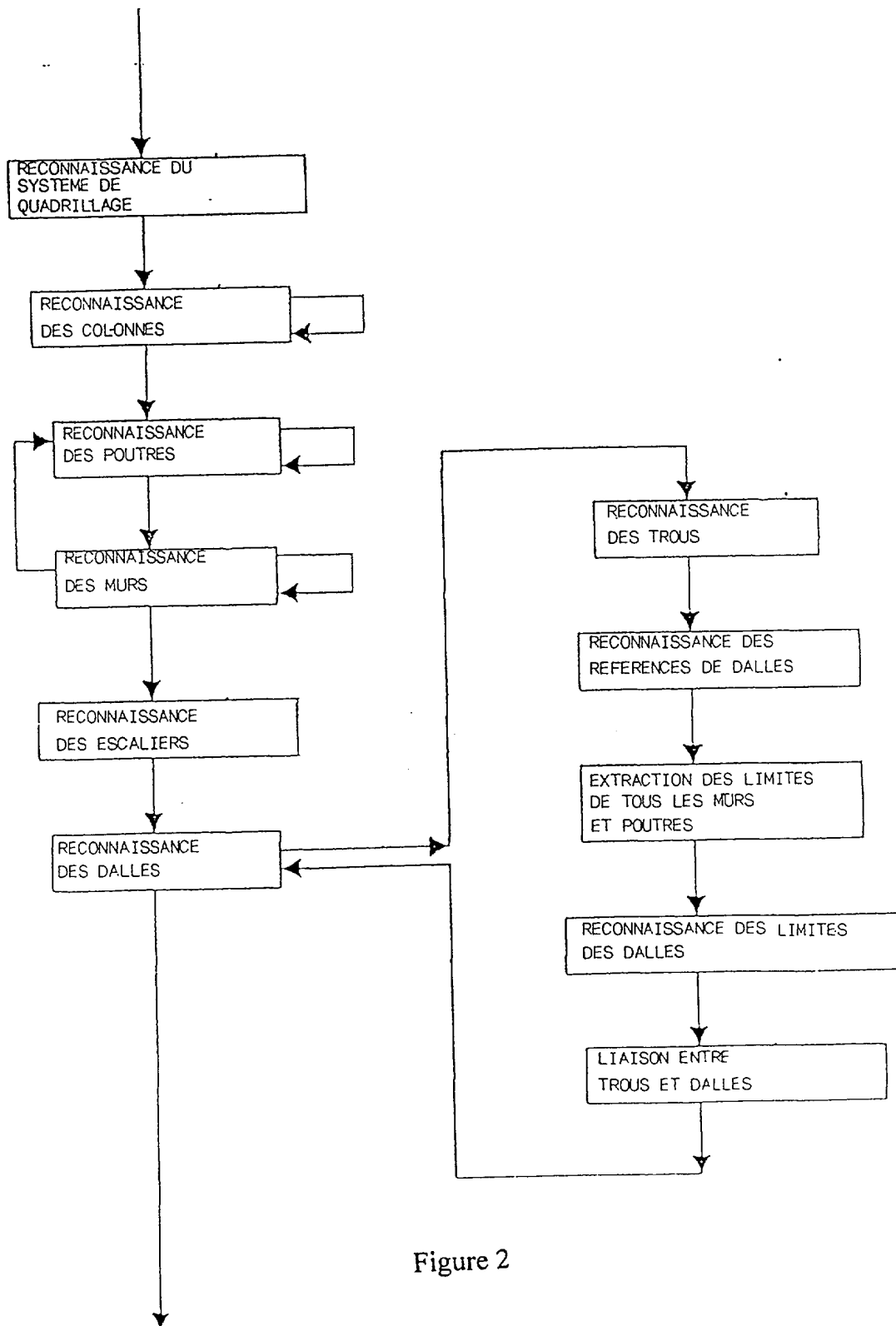


Figure 2

3/8

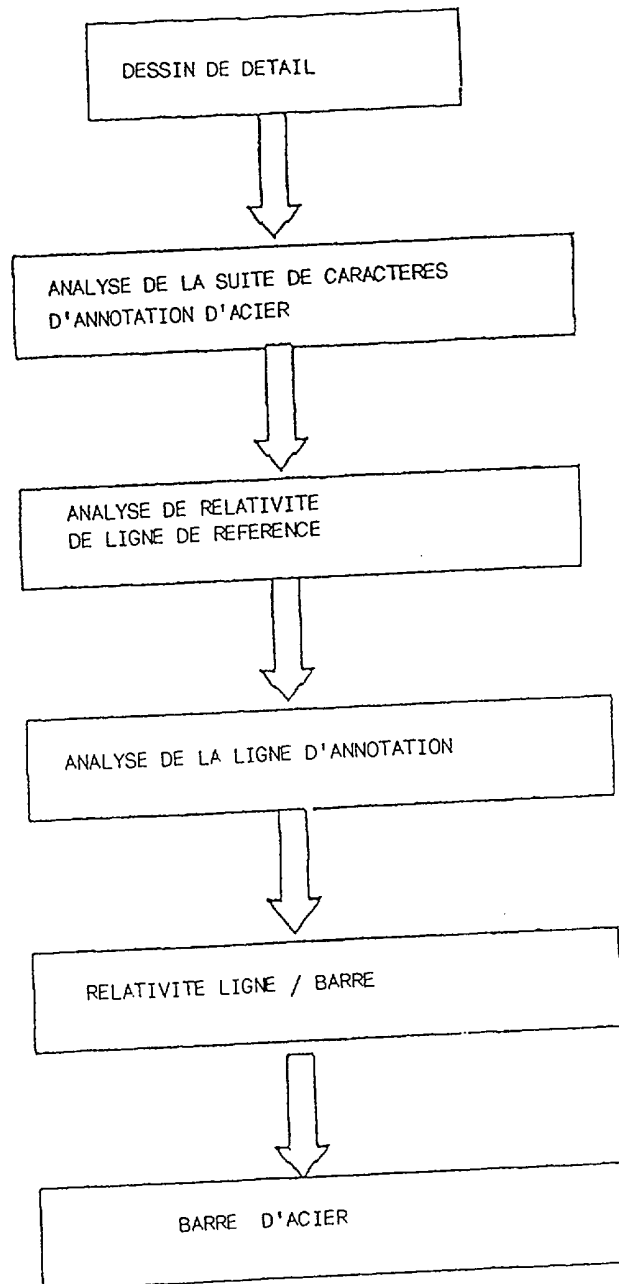


Figure 3

4/8

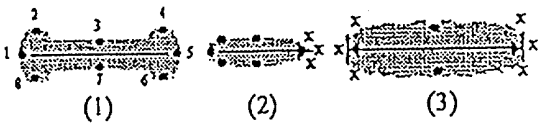


Figure 4

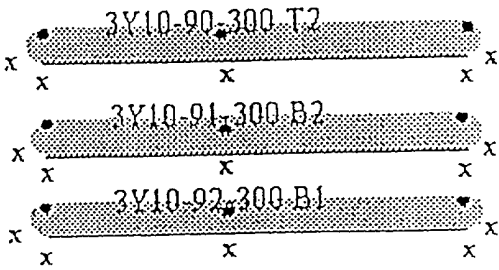
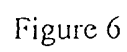


Figure 5



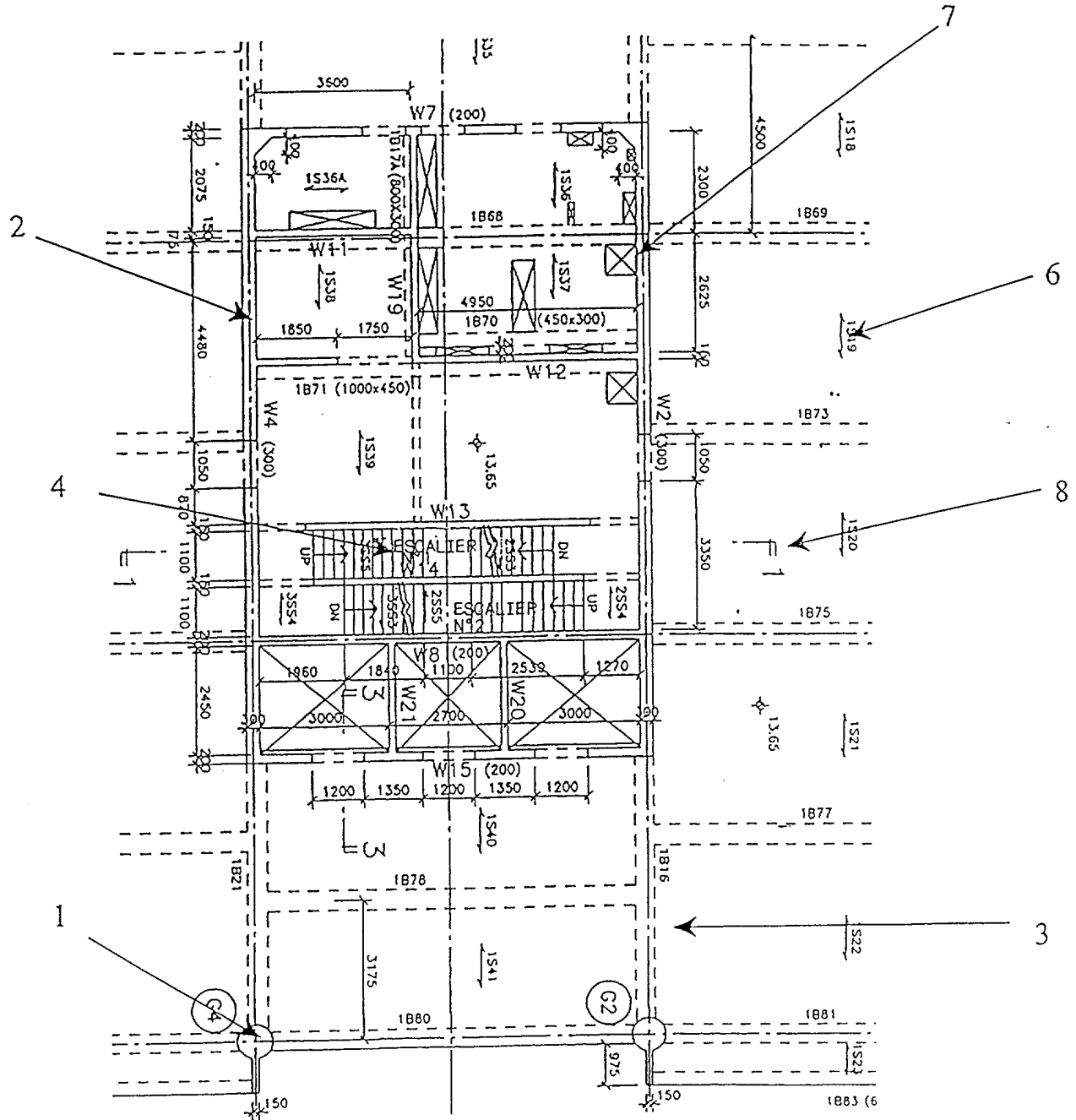


Figure 7

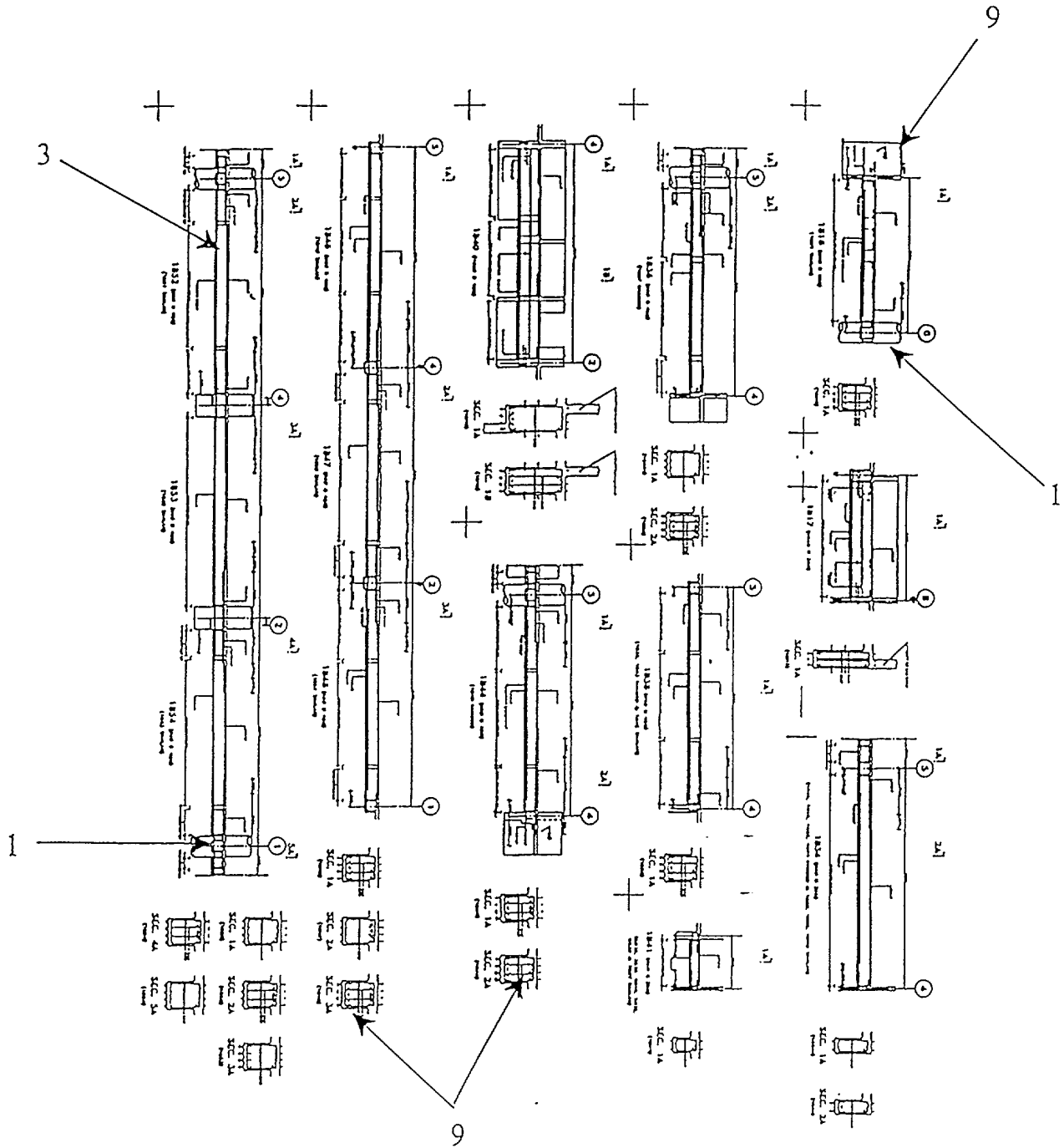


Figure 8

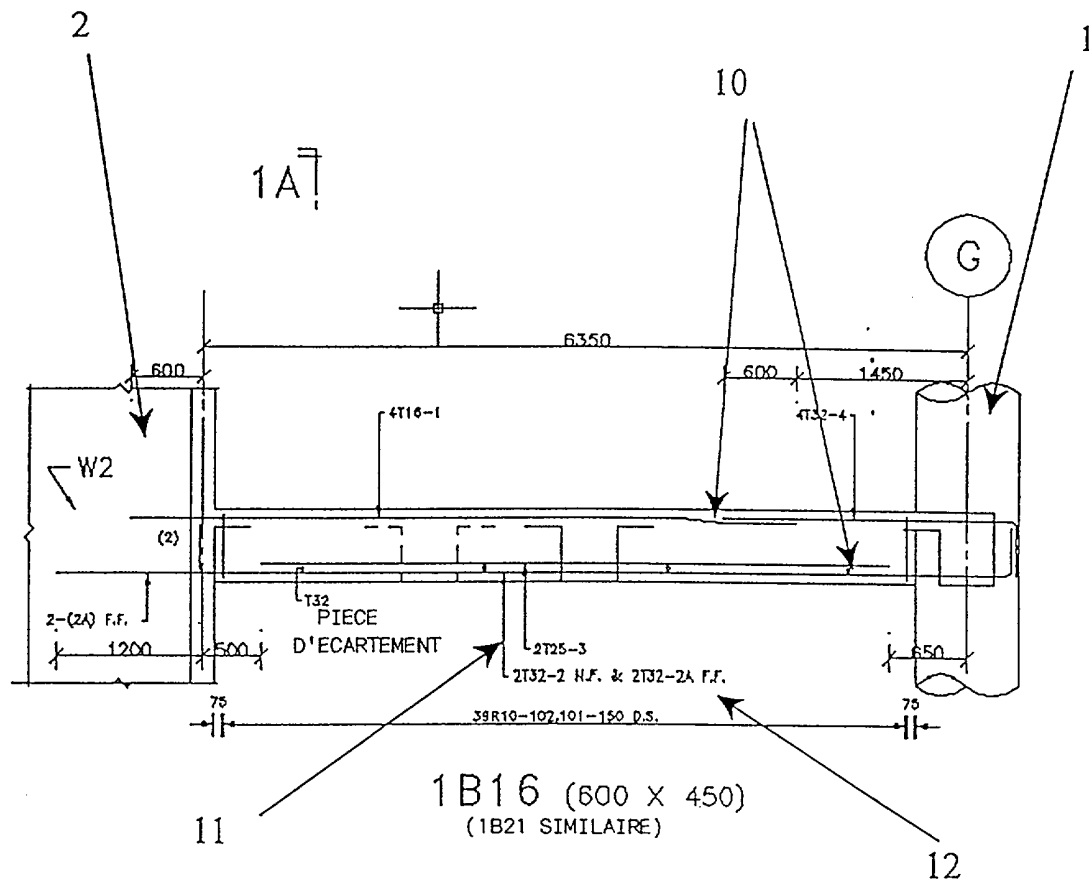


Figure 9