



*Ministero delle Imprese e del Made in Italy*  
DIREZIONE GENERALE PER LA TUTELA DELLA PROPRIETÀ INDUSTRIALE  
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHE

# UIBM

<b>DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO</b>	<b>101989900095887</b>
<b>Data Deposito</b>	<b>20/12/1989</b>
<b>Data Pubblicazione</b>	<b>20/06/1991</b>

Classifiche IPC

Titolo

APPARECCHIATURA E PROCEDIMENTO PER IL CONTROLLO DEL FUNZIONAMENTO DI UNA LINEA DI MACCHINE OPERATRICI, IN PARTICOLARE PRESSE.

DESCRIZIONE dell'invenzione industriale dal titolo:

"Apparecchiatura e procedimento per il controllo del funzionamento di una linea di macchine operatrici, in particolare presse"

di: COMAU S.p.A., nazionalità italiana, Via Rivalta, 30 -  
10095 Grugliasco (Torino)

Inventore designato: Ing. Stefano DEPLANO

Depositata il: 20 DICEMBRE 1989

68135 - A-89

\*\*\*\*\*

RIASSUNTO

In una linea di presse (P1-P7), i pezzi vengono trasferiti da una pressa all'altra mediante una pluralità di robot manipolatori programmabili (R1-R6) interposti fra le presse (P1-P7). Il ciclo di funzionamento dei robot manipolatori è sincronizzato con quello delle presse sulla base della cadenza della prima pressa (P1) all'ingresso della linea, i cicli di funzionamento delle varie macchine della linea essendo derivati l'uno dall'altro, secondo un processo a cascata, a partire dalla suddetta cadenza di base.

(Figura 1)

TESTO DELLA DESCRIZIONE

La presente invenzione riguarda una apparecchiatura e un procedimento per il controllo del funzionamento di una linea di macchine operatrici, in particolare presse,



destinate ad eseguire una successione di operazioni su pezzi che vengono fatti avanzare lungo la linea, detta linea comprendendo inoltre una pluralità di robot manipolatori programmabili interposti fra le macchine operatrici per trasferire i pezzi da una macchina all'altra, dette macchine operatrici presentando ciascuna un equipaggiamento mobile fra una posizione operativa per eseguire una determinata operazione su un pezzo che si trova nella macchina, ed una posizione inoperativa, nella quale è possibile depositare un pezzo da lavorare sulla macchina operatrice o prelevare un pezzo lavorato dalla macchina operatrice; detti robot manipolatori comprendendo ciascuno un organo di presa spostabile fra una prima posizione, in cui esso è in grado di afferrare un pezzo che si trova nella macchina operatrice immediatamente a monte del robot, ed una seconda posizione in cui esso è in grado di depositare il pezzo afferrato nella macchina operatrice immediatamente a valle del robot.

Linee del tipo sopra indicato sono state utilizzate soprattutto nell'industria automobilistica per la fabbricazione di componenti di lamiera stampata di carrozzerie di autoveicolo. Ciascun elemento di lamiera viene sottoposto ad una serie di operazioni di imbutitura, tranciatura, foratura, ecc. fino all'ottenimento del pezzo finito.

La richiedente produce e vende da tempo un robot manipolatore programmabile che risulta particolarmente vantag-

gioso per il trasferimento dei pezzi da una pressa all'altra di una linea di presse del tipo sopra indicato. Tale robot manipolatore è descritto ed illustrato nel modello di utilità italiano IT-U-0 195 537, nella corrispondente domanda di brevetto tedesca DE-A-3 445 003, nella corrispondente domanda di brevetto francese FR-A-2 556 274 e nel corrispondente brevetto statunitense US-A-4 661 040.

L'impiego dei robot nelle linee del tipo suddetto consente ovviamente di ottenere il vantaggio di una notevole flessibilità della linea, che permette di adattare con facilità ed in modo rapido la linea stessa a nuove esigenze di produzione.

La tecnica convenzionale utilizzata anteriormente all'impiego dei robot era quella delle cosiddette linee a trsferta, in cui tutte le macchine della linea lavorano in sincronismo e i vari pezzi che si trovano lungo la linea vengono fatti avanzare simultaneamente di un passo lungo la linea nell'intervallo fra due successive fasi attive delle macchine della linea. L'introduzione dei robot come mezzo di trasferimento dei pezzi da una pressa all'altra ha consentito, come già indicato sopra, l'ottenimento di linee flessibili, ma ha nello stesso tempo portato ad un funzionamento asincrono delle varie macchine della linea. In altre parole, nelle linee di presse con robot interpresse, ogni macchina facente parte della linea (presse, robot,

caricatore dei pezzi a monte della linea e scaricatore dei pezzi a valle della linea) ha un ciclo di funzionamento che non è perfettamente legato al ciclo di funzionamento delle altre macchine. Per consentire il normale funzionamento della linea i robot devono quindi svolgere anche una funzione di polmonamento, eseguendo fermate di attesa nella corsa tra una pressa e l'altra, quando necessario. Ne consegue che il ciclo di funzionamento dei robot risulta in generale tormentato, con frequenti fermate e conseguenti decelerazioni ed accelerazioni. La cadenza della linea non è ben definibile perchè soggetta a variazioni causate dalle variazioni dei cicli delle singole macchine nel tempo o da fenomeni di instabilità e desincronizzazione.

Lo scopo della presente invenzione è quello di realizzare una apparecchiatura e un procedimento per il controllo del funzionamento di una linea del tipo indicato all'inizio della presente descrizione che consentano di ovviare agli inconvenienti sopra citati.

L'apparecchiatura secondo l'invenzione è caratterizzata principalmente dal fatto che comprende:

- mezzi di comando della prima macchina operatrice della linea, atti a comandare uno spostamento ciclico dell'equipaggiamento mobile di detta prima macchina operatrice fra la sua posizione inoperativa e la sua posizione operativa, secondo una predeterminata frequenza base di

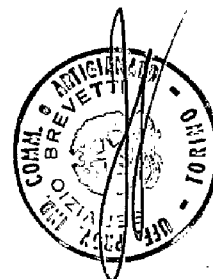
ciclo, alla quale sono destinati ad essere asserviti in cascata i cicli di funzionamento di ogni restante macchina operatrice e di ogni robot della linea,

- mezzi sensori associati a detta prima macchina operatrice e a ciascuna successiva macchina operatrice della linea, atti a emettere un segnale ogni volta che la rispettiva macchina operatrice è in un punto predeterminato del suo ciclo,

- mezzi di controllo associati a ciascun robot manipolatore della linea, atti ad avviare il rispettivo robot manipolatore a seguito dell'emissione del suddetto segnale da parte dei mezzi sensori associati alla macchina operatrice che è immediatamente a monte del robot manipolatore, facendo muovere ciclicamente l'organo di presa del robot manipolatore da una sua posizione di riposo alla suddetta prima posizione, dalla prima posizione alla suddetta seconda posizione e dalla seconda posizione nuovamente alla suddetta posizione di riposo, secondo un ciclo di funzionamento che è in fase con il ciclo di funzionamento della macchina operatrice immediatamente a monte del robot manipolatore,

- mezzi sensori associati a ciascun robot manipolatore della linea atti ad emettere un segnale ogni volta che l'organo di presa del rispettivo robot è in un punto predeterminato del suo ciclo, e

- mezzi di comando associati a ciascuna macchina opera-



trice successiva alla prima macchina operatrice della linea, atti ad avviare uno spostamento ciclico dell'equipaggiamento mobile della rispettiva macchina operatrice fra la sua posizione operativa e la sua posizione inoperativa a seguito dell'emissione del suddetto segnale dai mezzi sensori associati al robot manipolatore che è immediatamente a monte della macchina operatrice, in modo tale per cui il ciclo di funzionamento di ogni macchina operatrice successiva alla prima macchina operatrice della linea risulta in fase con il ciclo di funzionamento del robot manipolatore disposto immediatamente a monte.

In altre parole viene ottenuta una sincronizzazione dei cicli di funzionamento della macchina e dei robot della linea prendendo come riferimento il ciclo di funzionamento della prima macchina operatrice all'ingresso della linea, e ricavando i cicli delle restanti macchine e dei robot l'uno dall'altro, secondo un processo in cascata, a partire dal ciclo della prima macchina.

Durante il funzionamento a regime della linea, l'apparecchiatura secondo l'invenzione consente di ottenere cicli di funzionamento regolari e sincronizzati delle varie macchine della linea e dei robot fra esse interposti. In particolare, ciascun ciclo di funzionamento di ogni robot comprende una corsa di andata, a partire dalla suddetta posizione di riposo iniziale, in direzione della pressa

situata a monte del robot, una fase di afferramento del pezzo lavorato nella macchina di monte, una corsa di ritorno per trasportare il pezzo lavorato in direzione della macchina di valle, da una fase di deposito del pezzo nella macchina di valle e una corsa finale fino alla posizione iniziale di riposo. Durante il suddetto ciclo di funzionamento il robot non fa ulteriori fermate in aggiunta a quella nella suddetta posizione di riposo, all'inizio e alla fine del ciclo. In altre parole, ogni volta che l'organo di presa del robot si avvicina alla macchina di monte, per prelevare un pezzo, o alla macchina di valle, per depositare un pezzo, l'apparecchiatura assicura che tali macchine non si trovino nella loro posizione operativa, per cui il robot non è costretto a interrompere il suo ciclo allo scopo di evitare collisioni.

Analogamente, l'apparecchiatura garantisce anche che ogni volta che un robot lavori in corrispondenza di una macchina esso non venga in collisione col robot di monte, o, rispettivamente di valle.

Secondo un ulteriore aspetto l'invenzione ha anche per oggetto il procedimento di controllo della linea che viene attuato mediante la suddetta apparecchiatura.

L'invenzione verrà ora descritta con riferimento ai disegni annessi, forniti a puro titolo di esempio non limitativo,

in cui:

la figura 1 è una vista prospettica di una linea di presse utilizzando una pluralità di robot interpresse,

la figura 2 è una vista in elevazione parziale della linea della figura 1,

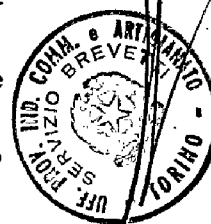
la figura 3 è uno schema a blocchi che illustra l'apparecchiatura secondo l'invenzione, e

la figura 4 è un diagramma che illustra il principio di funzionamento dell'apparecchiatura secondo l'invenzione.

Nelle figure 1, 2, il numero di riferimento 1 indica nel suo insieme una linea di presse P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7 destinate ad eseguire una successione di operazioni di imbutitura, tranciatura, foratura, ecc. su elementi di lamiera che vengono fatti avanzare lungo la linea, per realizzare componenti di carrozzeria di autoveicolo. La linea comprende una pluralità di robot interpresse R1, R2, R3, R4, R5, R6 per il trasferimento dei pezzi da una pressa all'altra. La struttura delle presse P1-P7 non è descritta in dettaglio in quanto tale struttura può essere di un qualunque tipo noto e non rientra nell'ambito della presente invenzione. Ai fini della comprensione dell'invenzione, è comunque importante menzionare il fatto che ciascuna pressa comprende un equipaggiamento M mobile verticalmente fra una posizione sollevata inoperativa e una posizione abbassata operativa. E' evidente che l'invenzione è comunque applica-

bile anche a linee comprendenti macchine operatrici diverse dalle presse.

I robot interpresse R1-R6 illustrati nei disegni annessi sono del tipo formante oggetto del modello di utilità italiano IT-U-0 195 537 e nei corrispondenti documenti di brevetto esteri che sono stati citati più sopra. La struttura del robot non è qui descritta in dettaglio in quanto essa non rientra nell'ambito della presente invenzione ed in quanto inoltre l'invenzione si applica anche a linee utilizzanti robot di struttura diversa. Unicamente per consentire una comprensione della descrizione seguente, si fornisce qui un richiamo sommario del robot interpresse formante oggetto dei documenti di brevetto sopra citati. Con riferimento alla figura 2, ciascuno dei robot R1-R6 comprende una struttura fissa di base 1, posizionata in un punto intermedio fra due presse successive, una piattaforma di supporto 2 montata girevole sulla struttura di base 1 intorno ad un asse verticale 3, un corpo inferiore 4 montato girevole sulla piattaforma di base 2 intorno ad un asse verticale 5 distanziato dall'asse 3, un avambraccio 6 montato articolato al corpo inferiore 4 intorno ad un asse orizzontale 7, un braccio 8 montato articolato all'avambraccio 6 intorno ad un asse orizzontale 9 e una parte terminale 10 montata girevole sull'estremità del braccio 8 intorno all'asse longitudinale 11 di tale braccio e provvisto di un



polso snodato 12 portante un organo di presa del pezzo di un qualunque tipo noto, ad esempio del tipo a ventose (non illustrato). La zona compresa fra ciascuna coppia di presse successive, ove opera un rispettivo robot interpresse, è protetta da cancelli 13, per motivi di sicurezza.

La linea illustrata nelle figure 1, 2 comprende in fine un robot caricatore C ed un robot scaricatore S rispettivamente a monte e a valle della linea. Anche la struttura dei robot C, S, non è descritta qui nel seguito in quanto può essere di un qualunque tipo noto e non rientra nell'ambito della presente invenzione.

La figura 3 dei disegni annessi illustra schematicamente l'apparecchiatura secondo l'invenzione con riferimento ad una stazione della linea 1, ossia ad una porzione della linea 1 comprendente un robot interpresse Ri, la pressa Pi situata immediatamente a monte del robot Ri e la pressa P(i+1) disposta immediatamente a valle del robot.

In un modo per sè noto, ciascuna delle due presse e il robot presentano un controllore logico programmabile (PLC) di bordo, indicato rispettivamente con i numeri di riferimento 12, 13, 14 per la pressa di monte, per il robot e per la pressa di valle. I PLC 12, 13, 14 presiedono al governo delle presse e del robot.

Il robot è inoltre provvisto di un sistema di controllo del movimento (MCS) costituito da un elaboratore che è in

grado di scambiare informazioni con il PLC 13, attraverso la linea. Il PLC 13 è in grado di scambiare informazioni con gli analoghi PLC robot 19, 20 della stazione disposta a monte e della stazione disposta a valle attraverso linee di input-output 21, 22. Il PLC robot 13 scambia inoltre informazioni con un PLC di controllo della stazione 23 attraverso una linea di input-output 24 e con i PLC 12, 14 attraverso linee di input/output 15, 17. Il PLC 23 è in grado di scambiare informazioni con gli analoghi PLC 25, 26 della stazione di monte e della stazione di valle tramite linee di input-output 27, 28.

A ciascuna pressa sono associati mezzi sensori SP atti ad emettere un segnale quando l'equipaggiamento mobile della pressa si trova in uno o più punti predeterminati del suo ciclo di movimento alternativo, secondo quanto verrà illustrato più in dettaglio nel seguito. Tali mezzi sensori possono essere di un qualunque tipo noto. Ad esempio essi possono essere costituiti da mezzi sensori di tipo meccanico atti a cooperare con una parte mobile il cui movimento è legato al movimento dell'equipaggiamento mobile della pressa. Oppure essi possono essere costituiti da mezzi sensori elettronici, atti ad esempio a rilevare la posizione angolare di un albero rotante che comanda il movimento dell'equipaggiamento mobile della pressa. Oppure ancora tali

mezzi potrebbero essere costituiti da un sensore atto a rilevare un parametro il cui valore è legato al ciclo di funzionamento della pressa (ad esempio un tempo, un valore di temperatura, ecc.). I suddetti mezzi sensori non sono descritti in dettaglio nel seguito in quanto essi presentano una struttura di tipo per sè noto, che non rientra nell'ambito della presente invenzione. Inoltre, l'eliminazione di tali dettagli dai disegni e dalla descrizione rende quest'ultima di più pronta e facile comprensione.

Anche al robot sono associati mezzi sensori SR del tipo sopra indicato atti a rilevare quando l'organo di presa dei pezzi che è portato dal polso 12 del robot si trova in una o più posizioni predeterminate del suo ciclo di movimento.

I vari dispositivi illustrati nella figura 3 sono predisposti per realizzare una sequenza di operazioni che sono illustrate in dettaglio nel seguito con riferimento alla figura 4.

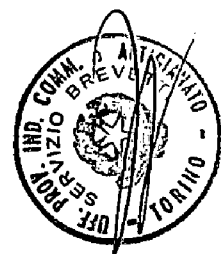
Nel particolare esempio illustrato, quando i robot sono inoperativi, essi si trovano ciascuno in una posizione di attesa (vedere figura 2) affacciata alla pressa di valle. Quando un dato robot viene messo in funzione, esso si porta dalla suddetta posizione di riposo ad una prima posizione corrispondente al prelievo di un pezzo dalla pressa di monte, quindi dalla prima posizione ad una seconda posizione, corrispondente al deposito del pezzo prelevato nella

pressa di valle, e quindi dalla seconda posizione nuovamente nella posizione di riposo. La suddetta successione di movimenti si ripete ciclicamente con un arresto del robot per un tempo predeterminato nella suddetta posizione di riposo fra un ciclo e l'altro. Per quanto riguarda invece le presse della linea, quando la linea è a regime l'equipaggiamento mobile di ciascuna pressa si muove ciclicamente fra la sua posizione sollevata inoperativa e la sua posizione abbassata operativa, senza soste, salvo si verificano emergenze.

La figura 4 dei disegni annessi illustra un grafico rappresentativo dei cicli di funzionamento delle presse P1, P2, P3 e dei robot R1, R2 della linea, il funzionamento delle restanti presse e dei restanti robot della linea essendo desumibile da quanto verrà ora indicato con riferimento ai grafici illustrati.

Nella figura 4, la linea 1 illustrata in alto è rappresentativa di un segnale di avvio o start della prima pressa P1 della linea.

All'istante  $t_0$  il suddetto segnale produce l'avvio della pressa P1. Il ciclo di funzionamento di tale pressa è illustrato dalla seconda linea dall'alto nella figura 4. Nel caso dell'esempio illustrato, la pressa P1 è del tipo in cui l'equipaggiamento mobile comprende un organo premilamiera spostabile fra una posizione inoperativa sollevata ed una



posizione operativa abbassata ed una massa battente che compie insieme all'organo premilamiera il tratto di corsa compreso dalla posizione inoperativa alla posizione operativa dell'organo premilamiera, dopo di che la massa battente è in grado di abbassarsi ulteriormente per provocare l'imbutitura di un pannello di lamiera predisposto nella pressa. Con riferimento al grafico illustrato nella figura 4, a seguito del segnale di avvio dato all'istante  $t_0$ , l'equipaggiamento mobile, includente massa battente e organo premilamiera, della pressa P1 incomincia ad abbassarsi dalla sua posizione sollevata inoperativa all'istante  $t_1$ . All'istante  $t_2$  il premilamiera ha raggiunto la sua posizione operativa abbassata. Successivamente a tale istante, la massa battente continua ad abbassarsi fino al raggiungimento della posizione abbassata operativa, che si verifica all'istante  $t_3$ . Dopo tale istante, l'equipaggiamento mobile ritorna a sollevarsi fino a raggiungere la posizione sollevata inoperativa all'istante  $t_4$ , dopo di che il ciclo si ripete identicamente.

Secondo la presente invenzione, una volta dato il segnale di avvio all'istante  $t_0$ , il PLC 12 della prima pressa P1 della linea comanda uno spostamento ciclico dell'equipaggiamento di detta pressa secondo una predeterminata frequenza base di ciclo, alla quale sono destinati ad essere asserviti i cicli di funzionamento di ogni restante pressa e

di ogni robot della linea. In altre parole, la cadenza della prima pressa P1 della linea viene usata come riferimento o "clock" per tutta la linea. Naturalmente, tale cadenza viene scelta tenendo conto della cadenza di funzionamento di tutte le macchine della linea, in modo da non risultare inferiore a nessuna di esse.

Il segnale di avvio al robot R1 che si trova immediatamente a valle della pressa P1 viene generato facendo riferimento a un punto predeterminato del ciclo della pressa P1. Più in particolare, il segnale che provoca l'avvio del robot R1 viene dato in corrispondenza di un punto C del ciclo della pressa P1. Quando i mezzi sensori SP associati alla pressa P1 rilevano che il ciclo della pressa si trova in corrispondenza del punto C essi emettono un segnale che viene ricevuto dal PLC 12 della pressa e da questo trasmesso al PLC robot 13 (figura 3) che provvede a provocare l'avvio del robot R1 con un ritardo D1 (figura 4) rispetto all'istante in cui il ciclo della pressa passa per il punto C.

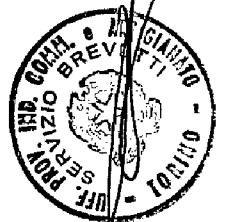
Con riferimento alla figura 4, all'istante  $t_{r1}$  il robot R1 viene avviato. Nel suddetto istante, il robot si trova nella sua posizione di riposo affacciata alla pressa P2. In una prima fase del suo ciclo, l'organo di presa del robot si sposta verso la pressa P1 (come indicato simbolicamente dalla freccia F1 nella figura 4). Il robot raggiunge così la

sua prima posizione in corrispondenza della pressa P1, ove è in grado di prelevare un pezzo lavorato, (parte tratteggiata del diagramma relativo al ciclo di R1) dopo di che esso si sposta in direzione della sua seconda posizione (freccia F2) e da qui nuovamente nella sua posizione di riposo, ove si arresta. Il punto C del ciclo della pressa P1 in corrispondenza del quale tale pressa chiama il robot R1 viene scelto in modo tale per cui quando questo robot raggiunge la pressa P1 si è sicuri che la pressa sia aperta e il robot possa prelevare il pezzo da essa lavorato senza la necessità di fermate intermedie. Per tener conto in ogni caso di possibili situazioni di emergenza, in corrispondenza di un punto B del ciclo della pressa P1 (il cui raggiungimento viene segnalato dai mezzi sensori SP), viene generato un segnale di OK, ossia di abilitazione per l'ingresso del robot R1 nella pressa. Sempre per ragioni di sicurezza, in corrispondenza di un istante  $t_{r2}$ , il robot R1 provvede ad effettuare un test in direzione della pressa P1, come rappresentato schematicamente dalla freccia tratteggiata nella figura 4, verificando che la pressa sia aperta. Tale verifica viene effettuata dal PLC robot attraverso le linee di input-output 15, 16.

Ancora in corrispondenza di un istante  $t_{r3}$  e, corrispondente al raggiungimento della posizione di lavoro del robot nella pressa P1, viene generato un segnale che dà

origine, con un ritardo D3, ad un segnale di OK, o di abilitazione per il caricamento di un nuovo pezzo nella pressa P1. Sempre per la stessa ragione, in corrispondenza di un punto A del ciclo della pressa P1, che viene raggiunto successivamente all'istante  $t_4$ , la pressa provvede ad effettuare un test in direzione del robot, verificando che il robot si sia allontanato dalla posizione di lavoro nella pressa. Successivamente al raggiungimento del punto A del ciclo, le operazioni sopra descritte si ripetono ciclicamente.

All'inizio del secondo ciclo del robot R1, nell'istante indicato con  $t_{r4}$ , i mezzi sensori SR provocano la generazione di un segnale che, con un ritardo D2, dà l'avvio alla seconda pressa P2 della linea. Quest'ultima è del tipo comprendente un'unica massa battente spostabile fra una prima posizione sollevata inoperativa e una posizione abbassata operativa. All'istante  $t_{10}$  la massa battente comincia ad abbassarsi, la posizione abbassata operativa essendo raggiunta all'istante  $t_{11}$ , dopo di che la massa battente si risollewa fino a raggiungere di nuovo la posizione sollevata inoperativa all'istante  $t_{12}$ . In corrispondenza di un istante  $t_{r5}$ , i mezzi sensori SR associati al robot R1 generano un segnale di abilitazione per il funzionamento della pressa P2, che garantisce che il robot R1 si sia allontanato dalla posizione di lavoro nella pressa P2 quando l'equipaggiamento mobile di tale pressa si abbassa. A



sua volta, in corrispondenza di un istante successivo all'istante  $t_{10}$  la pressa esegue un test in direzione del robot R1 per verificare che il robot si sia allontanato. In corrispondenza di un punto C del ciclo della pressa P2, il cui raggiungimento è rilevato dai mezzi sensori SP associati a tale pressa, viene generato un segnale che con un ritardo D1 provoca l'avvio del robot R2 situato a valle della pressa P2. In corrispondenza di un punto B di un ciclo della pressa P2 quest'ultima provvede a dare un segnale di abilitazione al funzionamento del robot R2 che garantisce che la pressa si sia aperta quando tale robot arriva in posizione di lavoro nella pressa P2. A sua volta il robot R2 esegue in corrispondenza di un istante  $T_{r6}$  un test in direzione della pressa P2 per verificare che tale pressa si sia aperta. Anche il robot R2, quando raggiunge la sua posizione di lavoro nella pressa di monte genera un segnale che, con un ritardo D3, dà l'OK al robot R1, al fine di assicurare che non vi possa essere una collisione fra i robot R1 e R2 in corrispondenza della pressa P2. Per la stessa ragione il robot R1 provvede ad eseguire un test in direzione del robot R2 (che viene effettuato attraverso uno scambio di informazioni fra gli elaboratori MCS associati a detti robot) per verificare che il robot R2 si sia allontanato dalla pressa P2 quando il robot R1 sta per arrivare in corrispondenza di tale pressa.

In modo analogo a quanto sopra descritto, all'inizio del secondo ciclo del robot R2 quest'ultimo provvede ad emettere un segnale che, con un ritardo D2 provoca l'avvio della pressa P3. Il ciclo di funzionamento di tale pressa verrà usato come riferimento per il ciclo di funzionamento del robot R3 e così via, secondo un processo in cascata, fino a coprire tutti i robot e tutte le presse della linea.

Qualsiasi anomalia nella stazione viene comunicata dal PLC 23 agli altri PLC di stazione, allo scopo di consentire se necessario, l'arresto della linea.

Naturalmente, fermo restando il principio del trovato, i particolari di costruzione e le forme di attuazione potranno ampiamente variare rispetto a quanto descritto ed illustrato a puro titolo di esempio, senza per questo uscire dall'ambito della presente invenzione.

#### RIVENDICAZIONI

1. - Apparecchiatura per il controllo del funzionamento di una linea (1) di macchine operatrici (P1-P7), in particolare presse, destinate ad eseguire una successione di operazioni su pezzi che vengono fatti avanzare lungo la linea (1), detta linea comprendendo una pluralità di robot manipolatori programmabili (R1-R6) interposti fra le macchine operatrici (P1-P7) per trasferire i pezzi da una macchina all'altra, dette macchine operatrici (P1-P7) presentando ciascuna un equipaggiamento mobile (M) fra una posizione

In modo analogo a quanto sopra descritto, all'inizio del secondo ciclo del robot R2 quest'ultimo provvede ad emettere un segnale che, con un ritardo D2 provoca l'avvio della pressa P3. Il ciclo di funzionamento di tale pressa verrà usato come riferimento per il ciclo di funzionamento del robot R3 e così via, secondo un processo in cascata, fino a coprire tutti i robot e tutte le presse della linea.

Qualsiasi anomalia nella stazione viene comunicata dal PLC 23 agli altri PLC di stazione, allo scopo di consentire se necessario, l'arresto della linea.

Naturalmente, fermo restando il principio del trovato, i particolari di costruzione e le forme di attuazione potranno ampiamente variare rispetto a quanto descritto ed illustrato a puro titolo di esempio, senza per questo uscire dall'ambito della presente invenzione.

#### RIVENDICAZIONI

1. - Apparecchiatura per il controllo del funzionamento di una linea (1) di macchine operatrici (P1-P7), in particolare presse, destinate ad eseguire una successione di operazioni su pezzi che vengono fatti avanzare lungo la linea (1), detta linea comprendendo una pluralità di robot manipolatori programmabili (R1-R6) interposti fra le macchine operatrici (P1-P7) per trasferire i pezzi da una macchina all'altra, dette macchine operatrici (P1-P7) presentando ciascuna un equipaggiamento mobile (M) fra una posizione

operativa per eseguire una determinata operazione su un pezzo che si trova nella macchina ed una posizione inoperativa, nella quale è possibile depositare un pezzo da lavorare sulla macchina operatrice o prelevare un pezzo lavorato dalla macchina operatrice; detti robot manipolatori (R1-R6) comprendendo ciascuno un organo di presa spostabile fra una prima posizione in cui esso è in grado di afferrare un pezzo che si trova nella macchina operatrice immediatamente a monte del robot ed una seconda posizione in cui esso è in grado di depositare il pezzo afferrato nella macchina operatrice immediatamente a valle del robot,

detta apparecchiatura essendo caratterizzata dal fatto che comprende:

mezzi di comando (12, 18, 23) della prima macchina operatrice (P1) della linea (1) atti a comandare uno spostamento ciclico dell'equipaggiamento mobile (M) di detta prima macchina operatrice (P1) fra la sua posizione inoperativa e la sua posizione operativa, secondo una predeterminata frequenza base di ciclo, alla quale sono destinati ad essere asserviti in cascata i cicli di funzionamento di ogni restante macchina operatrice (P2-P7) e di ogni robot (R1-R6) della linea (1),

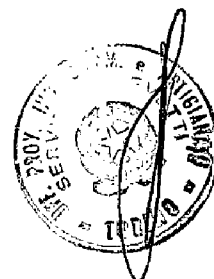
mezzi sensori (SP) associati a detta prima macchina operatrice (P1) e a ciascuna successiva macchina operatrice (P2-P7) della linea (1) atti ad emettere un segnale ogni

volta che la rispettiva macchina operatrice si trova in un punto predeterminato (C) del suo ciclo di funzionamento,

- mezzi di controllo (13) associati a ciascun robot manipolatore (R1-R6) della linea (1) atti ad avviare il rispettivo robot manipolatore a seguito dell'emissione del suddetto segnale da parte dei mezzi sensori (SP) associati alla macchina operatrice che è immediatamente a monte del robot manipolatore, facendo muovere ciclicamente l'organo di presa (12) del robot manipolatore da una sua posizione di riposo alla suddetta prima posizione, dalla prima posizione alla suddetta seconda posizione e dalla seconda posizione nuovamente alla suddetta posizione di riposo secondo un ciclo di funzionamento che è in fase con il ciclo di funzionamento della macchina operatrice immediatamente a monte del robot,

mezzi sensori (SR) associati a ciascun robot manipolatore (R1-R6) della linea (1) atti ad emettere un segnale ogni volta che l'organo di presa (12) del rispettivo robot è in un punto determinato del suo ciclo, e

mezzi di comando (15, 17, 16, 23) associati a ciascuna macchina operatrice successiva alla prima macchina operatrice della linea, atti ad avviare uno spostamento ciclico dell'equipaggiamento mobile della rispettiva macchina operatrice fra la sua posizione operativa e la sua posizione inoperativa a seguito dell'emissione del suddetto segnale



dai mezzi sensori (SR) associati al robot manipolatore che è immediatamente a monte della macchina operatrice, in modo tale per cui il ciclo di funzionamento di ogni macchina operatrice successiva alla prima macchina operatrice (P1) risulta in fase con il ciclo di funzionamento del robot che è immediatamente a monte.

2. - Apparecchiatura secondo la rivendicazione 1, caratterizzata dal fatto che ogni robot manipolatore (R1-R6) viene avviato con un ritardo predeterminato (D1) dopo il raggiungimento del suddetto punto predeterminato (C) del ciclo della macchina operatrice a monte del robot.

3. - Apparecchiatura secondo la rivendicazione 1, caratterizzata dal fatto che ogni macchina operatrice (P2-P7) successiva alla prima macchina operatrice (P1) viene avviata con un ritardo predeterminato (D2) dopo il raggiungimento del suddetto punto predeterminato del ciclo del robot a monte della macchina.

4. - Apparecchiatura secondo la rivendicazione 1, caratterizzata dal fatto che i suddetti mezzi sensori (SP) associati a ciascuna macchina operatrice sono atti a rilevare il raggiungimento di un secondo punto (B) e di un terzo punto (A) del ciclo della macchina operatrice che vengono utilizzati come riferimento per evitare collisioni della macchina operatrice con il robot a valle della macchina quando il robot arriva nella sua prima posizione di

JACOBACCI - CASELLA & PERANI  
s.p.a.

lavoro nella macchina e quando l'equipaggiamento mobile della macchina si sposta verso la sua posizione operativa.

5. - Apparecchiatura secondo la rivendicazione 1, caratterizzata dal che i suddetti mezzi sensori (SR) associati a ciascun robot sono atti a rilevare il raggiungimento di uno o più ulteriori o punti del ciclo di funzionamento del robot, che vengono utilizzati come riferimento per evitare collisioni del robot con la macchina operatrice a monte e con il robot a monte di quest'ultima.

6. - Procedimento per il controllo di funzionamento di una linea (1) comprendente una pluralità di macchine operatrici (P1-P7) in particolare presse, destinate ad eseguire una successione di operazioni su pezzi che vengono fatti avanzare lungo la linea (1), detta linea comprendendo una pluralità di robot manipolatori programmabili (R1-R6) interposti fra le macchine operatrici (P1-P7) per trasferire i pezzi da una macchina all'altra; dette macchine operatrici (P1-P7) presentando ciascuna un equipaggiamento mobile (M) fra una posizione operativa per eseguire una determinata operazione su un pezzo che si trova nella macchina ed una posizione inoperativa nella quale è possibile depositare un pezzo da lavorare sulla macchina operatrice, o prelevare un pezzo lavorato dalla macchina operatrice, detti robot manipolatori (R1-R6) comprendendo ciascuno un organo di presa (12) spostabile fra una prima posizione in cui esso è

in grado di afferrare un pezzo che si trova nella macchina operatrice immediatamente a monte del robot, ed una seconda posizione in cui esso è in grado di depositare il pezzo afferrato nella macchina operatrice immediatamente a valle del robot,

detto procedimento essendo caratterizzato dal fatto che comprende le seguenti fasi:

- comandare uno spostamento ciclico dell'equipaggiamento mobile (M) della prima macchina operatrice (P1) della linea (1) fra la sua posizione inoperativa e la sua posizione operativa, secondo una predeterminata frequenza base di ciclo, alla quale sono destinati ad essere asserviti i cicli di funzionamento di ogni restante macchina operatrice (P2-P7) e di ogni robot (R1-R6) della linea (1),

- produrre un segnale ogni volta che ogni data macchina operatrice della linea è in un punto predeterminato (C) del suo ciclo di funzionamento,

- avviare ogni dato robot manipolatore a seguito dell'emissione del suddetto segnale corrispondente al raggiungimento del suddetto punto determinato (C) del ciclo di funzionamento della pressa situata immediatamente a monte del robot manipolatore, facendo muovere ciclicamente l'organo di presa del robot manipolatore da una sua posizione di riposo alla suddetta prima posizione, dalla prima posizione alla suddetta seconda posizione e dalla seconda posizione

nuovamente alla suddetta posizione di riposo, secondo un ciclo di funzionamento che è in fase con il ciclo di funzionamento della macchina operatrice immediatamente a monte,

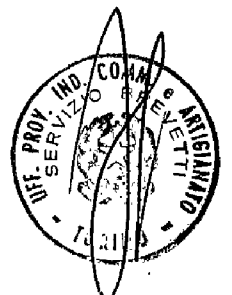
emettere un segnale ogni volta che l'organo di presa di un dato robot manipolatore è in un punto determinato del suo ciclo, e

avviare uno spostamento ciclico dell'equipaggiamento mobile (M) di ogni data macchina operatrice fra la sua posizione operativa e la sua posizione inoperativa a seguito dell'emissione del suddetto segnale corrispondente al raggiungimento del suddetto punto determinato del ciclo di funzionamento del robot disposto immediatamente a monte, in modo tale per cui il ciclo di funzionamento di ogni macchina operatrice successiva alla prima macchina operatrice risulta in fase con il ciclo di funzionamento del robot immediatamente a monte.

Il tutto sostanzialmente come descritto ed illustrato e per gli scopi specificati.

PER INCARICO

Ing. Paolo RAMBELLI  
N. Iscriz. ALBO 435  
In proprio e per gli altri



JACOBACCI - CASSETTA & PERANI  
S. P. A.

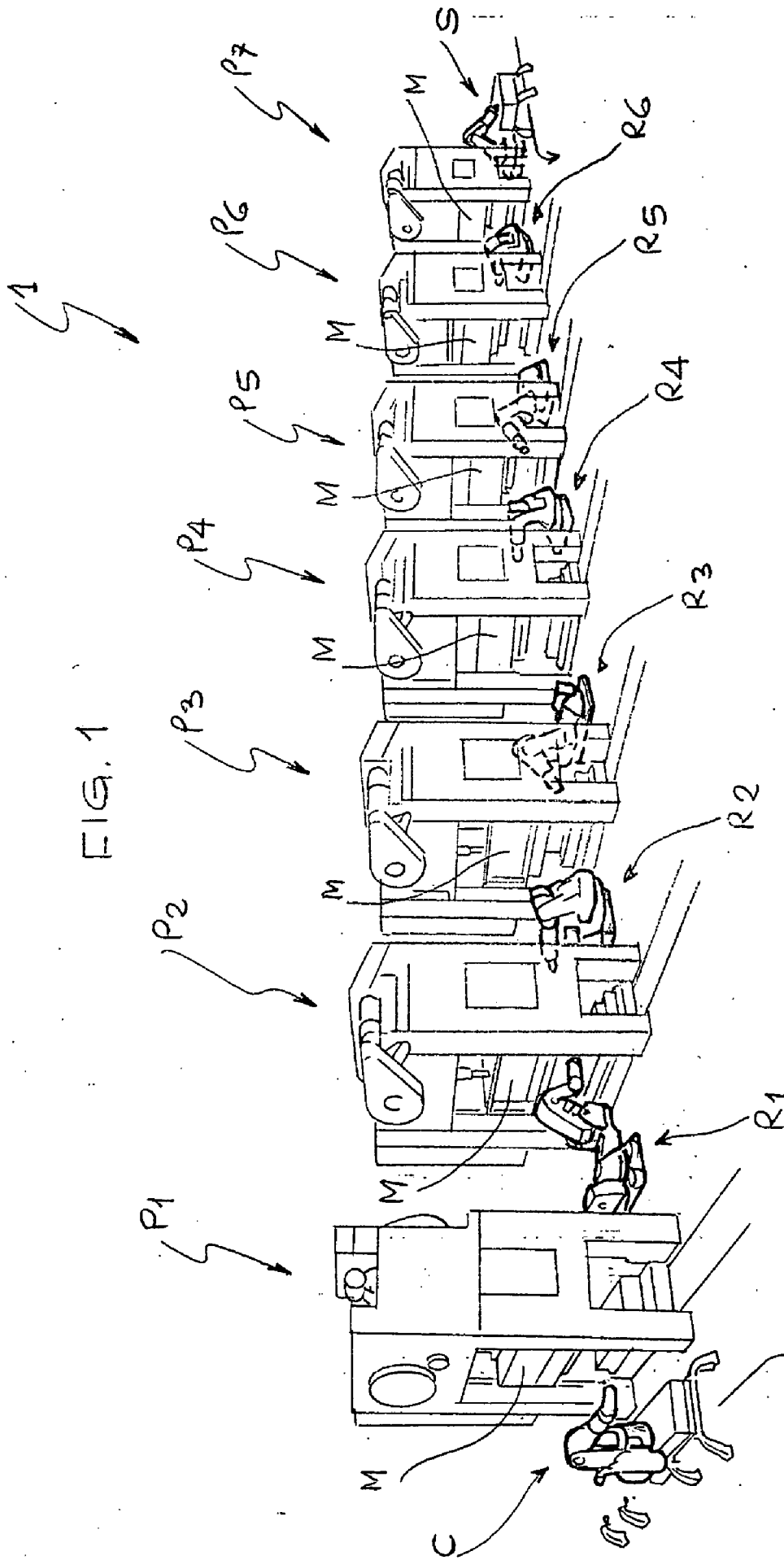


FIG. 1

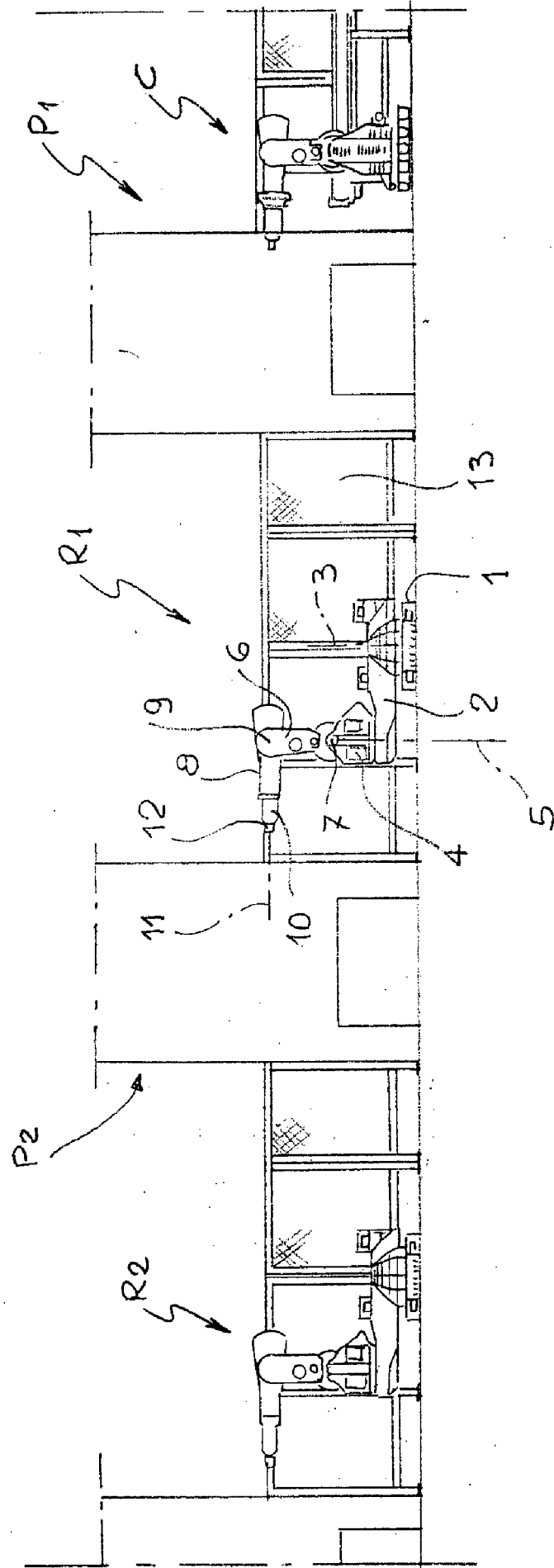
Per incarico di : COMAU S.p.A.

Ing. Franco BUZZI  
 N. Invenz. Att. 259  
 (In proprio e per gli altri)



COMAU

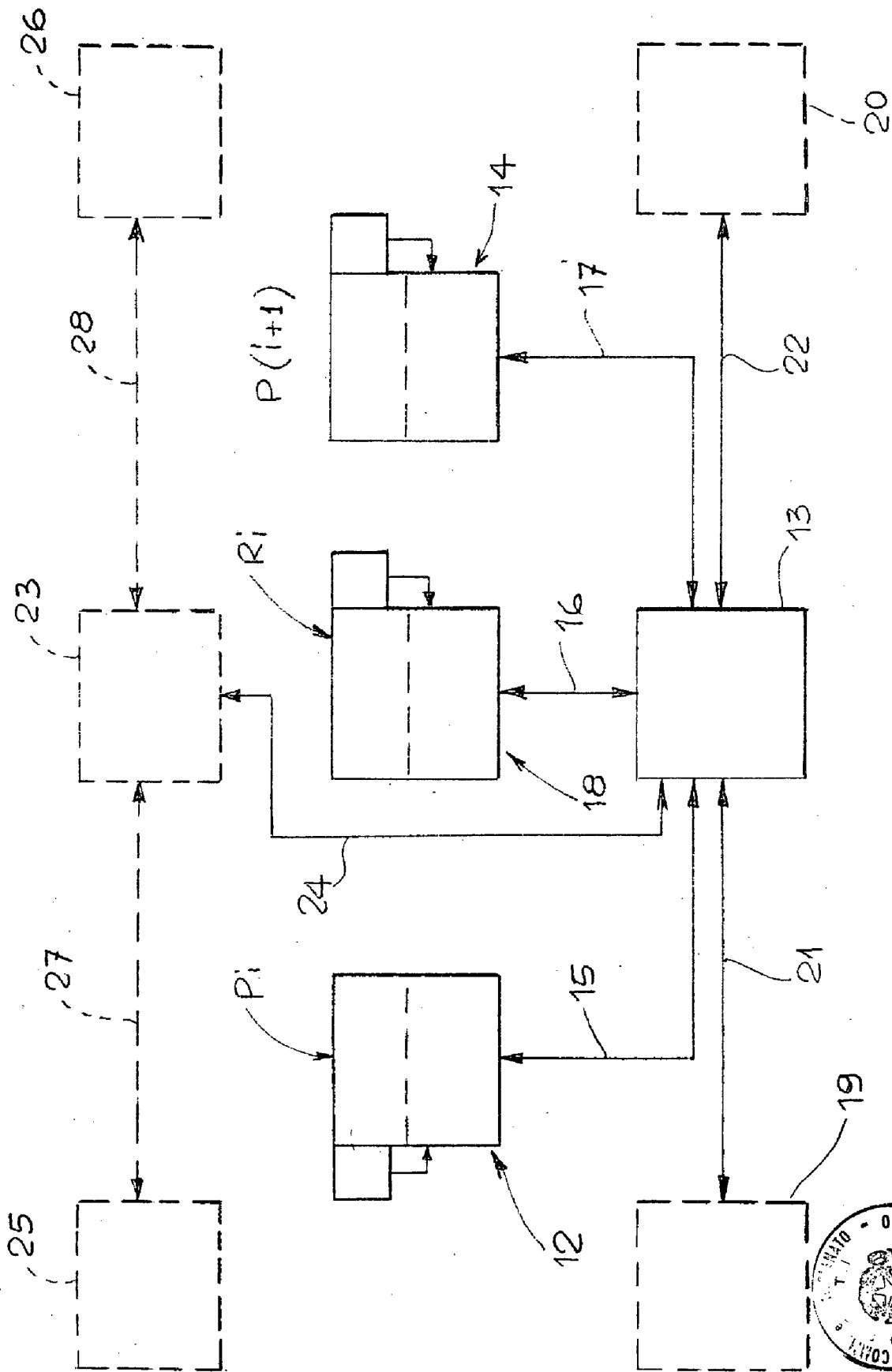
FIG. 2



Per incarico di : COMAU S.p.A.

Ing. Franco BUZZI  
 N. iscriz. ALBO 259  
 (in proprio e per gli altri) COMAU

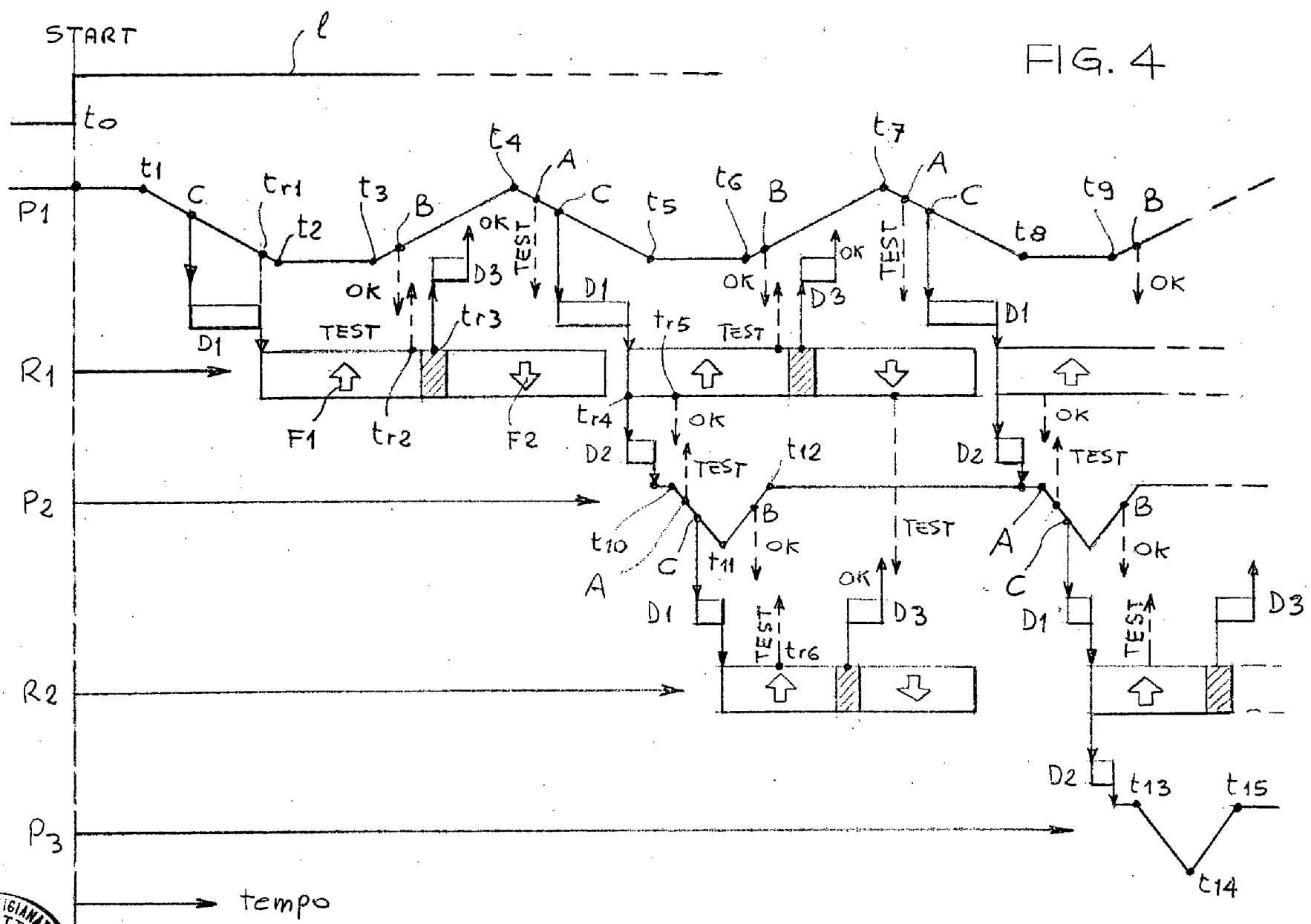
FIG. 3



Per incarico di : COMAU S.p.A.

Ing. Franco BUZZI  
N. contr. 7150-259  
In proprio e per gli altri  
COMAU

FIG. 4



Per incarico di : COMAU S.p.A.

Inq. Franco SUIZZI  
 N. Scritz. A/B/C  
 In proprio e per gli altri  
 COMAU

