

# ITALIAN PATENT OFFICE

Document No.

102009901738094A1

Publication Date

20101204

Applicant

ROBOPAC S.A. ORA ROBOPAC S.P.A.

Title

METODO E MACCHINA PER AVVOLGERE UN PRODOTTO

ROBOPAC S.A.

Descrizione di invenzione industriale

Depositata il .....

**Metodo e macchina per avvolgere un prodotto**

5 L'invenzione concerne un metodo ed una macchina per avvolgere un prodotto, ad esempio posizionato su di un pallet, con una pluralità di film di materiale plastico e/o cartaceo.

10 Sono note macchine avvolgitrici per avvolgere un film in materiale plastico attorno ad un prodotto od un gruppo di prodotti, ad esempio pallettizzati, posizionati su una piattaforma girevole.

15 Tali macchine, cosiddette "a piattaforma rotante", comprendono un supporto a colonna posizionato in prossimità della piattaforma e ad essa collegato, sul quale è ricavata una guida estendentesi per tutta la sua lunghezza. La guida supporta scorrevolmente un carrello sul quale è disposta una bobina di film ed un gruppo di rulli svolgitori/tensionatori del film. Il carrello è scorrevole verticalmente lungo il  
20 supporto a colonna.

Il funzionamento di tali macchine avvolgitrici prevede di azionare in rotazione la piattaforma e, contemporaneamente di movimentare il carrello, e con esso la bobina, lungo il supporto a colonna.

25 Il movimento lineare del carrello combinato alla rotazione della piattaforma consente avvolgere il film svolto dalla bobina intorno al carico secondo spire intrecciate ad andamento sostanzialmente elicoidale.

30 Tali macchine avvolgitrici hanno ingombri e dimensioni relativamente contenute, tuttavia hanno lo svantaggio di presentare una bassa produttività.

Il tempo necessario per avvolgere un carico è infatti piuttosto elevato. Ciò rappresenta un limite notevole, in particolare se un utilizzatore deve avvolgere un numero di  
35 carichi pallettizzati molto elevato.

Sono note, inoltre, macchine avvolgitrici comprendenti due supporti a colonna tra loro uguali e disposti ai lati opposti della piattaforma, ciascun supporto a colonna supportando un rispettivo carrello sul quale è disposta una bobina.

US 6,065,269 illustra una macchina avvolgitrice comprendente in una versione una piattaforma girevole alla quale sono fissati due supporti a colonna provvisti di rispettivi carrelli con bobina di film. La macchina permette di avvolgere il prodotto con due film sovrapposti secondo spire elicoidali. In particolare, un primo film viene avvolto sul carico muovendo il relativo carrello a partire dal basso, mentre un secondo film viene avvolto sul carico muovendo il relativo carrello a partire dall'alto. Pertanto il primo carrello è posizionato in corrispondenza dell'estremità inferiore della rispettiva colonna, mentre il secondo carrello è posizionato in corrispondenza dell'estremità superiore della rispettiva colonna.

Tale macchina avvolgitrice permette di ridurre i tempi operativi necessari ad avvolgere il prodotto con due strati sovrapposti di film. Tuttavia la riduzione dei tempi è limitata poiché, a causa del movimento contrapposto dei due carrelli, le velocità di movimentazione di questi ultimi sono ridotte - minori di quelle utilizzate nelle macchine avvolgitrici tradizionali - al fine di garantire un corretto ricoprimento del prodotto, ossia un avvolgimento privo di zone scoperte da film.

Oltre a ciò, la macchina avvolgitrice sopra descritta non consente di avvolgere il prodotto con uno strato singolo di film, né consente di differenziare il numero di avvolgimenti sovrapposti depositati sulla base e sulla sommità del prodotto. Pertanto, tale macchina risulta operativamente poco flessibile e, per alcune tipologie di avvolgimento, determina un consumo eccessivo di film.

Le macchine avvolgitrici con due supporti a colonna risultano, inoltre, alquanto ingombranti giacché i due

supporti a colonna devono essere posizionati in maniera simmetrica rispetto al carico, ossia devono essere uno opposto all'altro rispetto alla piattaforma. Per ottenere un regolare avvolgimento a spire intrecciate dei film, senza  
5 creare zone scoperte da film sul prodotto, è necessaria, infatti, una disposizione simmetrica dei supporti a colonna. Tale disposizione può comportare problemi qualora vi siano vincoli e limitazioni di spazio nell'ambiente in cui occorre  
10 posizionare la macchina, ad esempio nel caso di installazioni in ambienti ristretti oppure con accessibilità limitata.

Tale problema si aggrava nel caso di macchine avvolgitrici provviste di un numero di supporti a colonna (e quindi di carrelli e bobine) maggiore di due.

15 Uno scopo della presente invenzione è migliorare i metodi e le macchine note per avvolgere prodotti con film di materiale plastico e/o cartaceo.

Altro scopo è ottenere un metodo per avvolgere in modo uniforme e compatto un prodotto con una pluralità di film,  
20 in particolare di materiale plastico e/o cartaceo, svolti da rispettive bobine.

Ulteriore scopo è ottenere un metodo per avvolgere un prodotto con una pluralità di film che consente di aumentare la produttività rispetto ai metodi di avvolgimento  
25 tradizionali, a parità di composizione e/o qualità degli imballi ottenuti e senza aumentare una velocità di rotazione del prodotto.

Altro scopo ancora è ottenere un metodo di avvolgimento flessibile e versatile che permette, ad esempio, di  
30 differenziare a piacere il numero degli avvolgimenti di film sovrapposti sulla base e sulla sommità del prodotto.

Ulteriore scopo è ottenere un metodo di avvolgimento che consente di ridurre il consumo di film di materiale plastico e nel contempo realizzare avvolgimenti costituiti da una  
35 pluralità di spire di film sfasate, o distanziate, di una prestabilita distanza.

Altro ulteriore scopo è realizzare una macchina avvolgitrice versatile che può essere facilmente e rapidamente configurata e predisposta per adattarsi a forma e dimensioni di una sede o ambiente di installazione.

5 L'invenzione comprende un metodo come definito nella rivendicazione 1.

L'invenzione comprende una macchina avvolgitrice come definita nella rivendicazione 8.

10 L'invenzione potrà essere meglio compresa ed attuata con riferimento agli allegati disegni che ne illustrano una forma esemplificativa e non limitativa di attuazione, in cui:

Figura 1 è una vista prospettica di una macchina avvolgitrice secondo l'invenzione in una configurazione  
15 operativa;

Figura 2 è una sezione schematica parziale ed ingrandita della macchina di Figura 1, evidenziante elementi di collegamento ed elementi di accoppiamento;

Figura 3 è una vista laterale della macchina avvolgitrice di  
20 Figura 1;

Figura 4 è una vista in pianta della macchina avvolgitrice di Figura 1;

Figura 5 è una vista prospettica della macchina avvolgitrice in un'altra configurazione operativa;

25 Figura 6 è una vista laterale della macchina avvolgitrice di Figura 5;

Figura 7 è una vista in pianta della macchina avvolgitrice di Figura 5;

Figura 8 è una vista prospettica di una variante della  
30 macchina avvolgitrice dell'invenzione;

Con riferimento alle figure da 1 a 4, è mostrata una macchina avvolgitrice 1, del tipo a tavola rotante, per avvolgere un prodotto 2, ad esempio posizionato su di un pallet, con una pluralità di film 27 di materiale plastico  
35 estensibile a freddo e/o materiale cartaceo svolto da rispettive bobine 7.

La macchina avvolgitrice 1 comprende un telaio o basamento 11, generalmente collocato su un pavimento di un ambiente dove è posizionata la macchina avvolgitrice 1, ed una tavola di supporto 3, ad esempio di forma circolare, atta a sostenere il prodotto 2. La tavola di supporto 3 è girevolmente fissata al telaio 11 e supportata perifericamente da elementi volventi 12, ad esempio rulli cilindrici, come mostrato con maggiore dettaglio nella figura 2.

La tavola di supporto 3 è azionata in rotazione da un motore, non raffigurato, attorno ad un asse di avvolgimento Z sostanzialmente verticale secondo un verso di rotazione R. La macchina avvolgitrice 1 comprende due supporti a colonna 10, ciascuno dei quali disposto per supportare scorrevolmente una rispettiva unità avvolgitrice 20 provvista di una relativa bobina 7 di film 27.

Ciascun supporto a colonna 10 comprende un montante 4, avente ad esempio sezione trasversale rettangolare o quadrata e estendentesi pressoché verticalmente, parallelamente all'asse di avvolgimento Z.

Il montante 4 è provvisto di guide 5 che si estendono per una lunghezza sostanzialmente pari alla lunghezza complessiva del montante 4 e sono disposte per supportare e guidare linearmente l'unità avvolgitrice 20.

Ciascuna unità avvolgitrice 20 comprende un carrello 6 supportato scorrevolmente dal montante 4 tramite le guide 5. Il carrello 6 è azionato da un rispettivo dispositivo di movimentazione, non raffigurato, lungo una direzione operativa H, sostanzialmente parallela all'asse di avvolgimento Z.

Il carrello 6 supporta una bobina 7 di film 27, il quale viene svolto tramite un gruppo di rulli svolgitori e tensionatori 22.

Mezzi di collegamento 8 sono previsti per collegare amovibilmente i montanti 4 al telaio 11. I mezzi di collegamento comprendono rispettivi elementi di collegamento

8, ciascuno dei quali includente, ad esempio, una coppia di profilati 8a aventi prime estremità 13, fissate ad una piastra di supporto 18, cui è collegato il montante 4, e seconde estremità 14 disposte per essere accoppiate in modo amovibile al telaio 11. In particolare, le seconde estremità 14 di ciascun elemento di collegamento 8 sono fissate al telaio 11 tramite mezzi di accoppiamento 15, 16, 21.

Il telaio 11 a tale scopo presenta almeno una sede periferica 19 disposta per ricevere le seconde estremità 14.

I mezzi di accoppiamento comprendono almeno una guida 21 sagomata e ricavata nel telaio 11 ed uno o più pattini 15 fissati a detti elementi di collegamento 8 ed aventi forma complementare a detta guida sagomata 21 per impegnarsi scorrevolmente in quest'ultima.

La guida sagomata 21 comprende, ad esempio, una scanalatura arcuata all'interno della quale sono scorrevoli i pattini 15 così da consentire di disporre in differenti posizioni angolari, rispetto all'asse di avvolgimento Z, l'elemento di collegamento 8 e, dunque, il rispettivo supporto a colonna 10.

Una volta disposto nella desiderata posizione angolare, l'elemento di collegamento 8 è bloccato al telaio 11 tramite gli elementi di fissaggio 16 dei mezzi di accoppiamento, comprendenti, ad esempio, viti che collegano una porzione periferica del telaio 11 ai pattini 15.

È dunque possibile in una fase iniziale di assemblaggio ed installazione della macchina avvolgitrice 1 montare i supporti a colonna 10, e quindi le corrispondenti unità avvolgitrici 20, in rispettive posizioni angolari, disposte simmetricamente e distanziate di un angolo pari a  $180^\circ$ , come illustrato nelle figure da 1 a 4, oppure disposte in modo asimmetrico e distanziate di un angolo pari a  $90^\circ$  come illustrato nelle figure da 5 a 7, in base alle specifiche necessità dell'utilizzatore.

La configurazione operativa della macchina 1 può anche essere modificata successivamente, in modo rapido e

semplice, rilasciando i mezzi di fissaggio 16 e muovendo gli elementi di collegamento 8 rispetto al telaio 11.

È inoltre possibile aggiungere oppure togliere uno o più supporti a colonna 10 con le relative unità avvolgitrici 20 per adattare la macchina avvolgitrice a nuove richieste produttive, ad esempio per consentire di avvolgere il prodotto 2 con film di materiali e/o colori diversi.

La macchina avvolgitrice 1 comprende un'unità di controllo 9 disposta in particolare per controllare e regolare una velocità di rotazione  $\omega$  della tavola di supporto 3 ed una velocità di movimentazione  $v_z$  delle unità avvolgitrici 20 lungo la direzione operativa H.

L'unità di controllo 9 è provvista di un'interfaccia 17 tramite la quale un operatore può inserire parametri operativi della macchina avvolgitrice 1.

Le figure da 1 a 4 illustrano una configurazione operativa della macchina avvolgitrice 1 nella quale le due unità avvolgitrici 20 sono disposte tra loro simmetricamente, angularmente distanziate di un angolo  $\alpha$  pari a  $\pi$  (ossia  $180^\circ$ ), l'angolo  $\alpha$  essendo misurato convenzionalmente in senso orario a partire da una delle unità avvolgitrici scelta come riferimento.

Le figure da 4 a 6 illustrano un'altra configurazione operativa della macchina avvolgitrice 1, nella quale le unità avvolgitrici 20 sono disposte in modo non simmetrico, tra loro distanziate angularmente di un angolo  $\alpha$  pari in questo caso a  $3/2\pi$  (ossia  $270^\circ$ ).

La figura 8 mostra una variante della macchina avvolgitrice 1 comprendente tre unità avvolgitrici 20, montate su rispettivi supporti a colonna 10 disposti attorno alla tavola di supporto 3 in maniera tale da risultare tra loro distanziati angularmente in modo non simmetrico. In particolare, selezionando come unità avvolgitrice di riferimento l'unità avvolgitrice posta a destra nella figura 8 ( $\alpha_{11}=0$ ), la seconda unità avvolgitrice è distanziata angularmente dall'unità di riferimento di un rispettivo



angolo  $\alpha_{21}$  pari a  $\pi/2$  ( $\alpha_{21} = \pi/2$ ), detto angolo essendo misurato convenzionalmente in senso orario a partire dall'unità avvolgitrice di riferimento. Analogamente, la terza unità avvolgitrice è distanziata angularmente dalla prima unità avvolgitrice di riferimento di un rispettivo angolo pari a  $\pi$  ( $\alpha_{31} = \pi$ ), detto rispettivo angolo misurato convenzionalmente in senso orario.

Nell'uso, la macchina avvolgitrice 1 avvolge il prodotto 2 con una pluralità di film 27 che formano spire di avvolgimento sostanzialmente elicoidali, le spire di ciascun film 27 essendo distanziate di un stabilito passo P.

Si noti che nelle figure ciascun film 27 svolto da una rispettiva bobina 7 è contraddistinto da una diversa campitura, in particolare da linee oblique tra loro parallele oppure da reticoli più o meno fitti.

Il metodo di avvolgimento applicato alla macchina avvolgitrice 1 prevede una fase iniziale di regolazione, precedente l'azionamento, nella quale l'operatore inserisce una pluralità di parametri operativi nell'unità di controllo 9 tramite l'interfaccia 17. Tali parametri operativi permettono di predisporre le unità avvolgitrici 20 in funzione della loro reciproca posizione angolare ad operare in modo da avvolgere i rispettivi film 27 sul prodotto 2 così da ottenere un avvolgimento finale sostanzialmente equivalente a quello ottenibile con una macchina avvolgitrice provvista di una sola unità avvolgitrice, ma con tempi di esecuzione nettamente ridotti, ciò consentendo di incrementare la produttività di detta macchina.

In particolare, il metodo di avvolgimento dell'invenzione consente di realizzare un avvolgimento finale nel quale le spire di film 27 svolte da due successive unità avvolgitrici 20 sono sfasate, o distanziate, lungo la direzione operativa H di una stabilita distanza f.

Infatti, è stato riscontrato nella pratica che quando le unità avvolgitrici 20 sono posizionate tra loro in modo non simmetrico rispetto alla tavola di supporto 3 e sono

disposte ad una medesima quota iniziale, azionate con la medesima velocità di movimentazione lungo i rispettivi supporti a colonna 10, esse depositano sul prodotto spire di film sfasate ossia distanziate in modo tale da lasciare scoperte porzioni più o meno estese del prodotto.

Il metodo dell'invenzione precede che l'operatore inserisca nell'unità di controllo 9 della macchina 1 almeno i seguenti parametri:

- velocità angolare di rotazione  $\omega$  [ $\text{rad s}^{-1}$ ] della tavola di supporto 3;
- velocità di movimentazione  $v_z$  [ $\text{m s}^{-1}$ ] lungo la direzione operativa H delle unità avvolgitrici 20;
- angolo  $\alpha_{i1}$  [rad] tra una i-esima unità avvolgitrice (nel caso di tre unità avvolgitrici, la seconda e la terza unità avvolgitrici) e l'unità avvolgitrice scelta come riferimento;
- larghezza L [m] dei film 27, imponendo a titolo esemplificativo che sia la medesima per tutte le bobine 7.

Si noti che l'angolo  $\alpha_{i1}$  viene scelto dall'utilizzatore in una precedente fase di montaggio della macchina avvolgitrice 1 tenendo conto di eventuali vincoli di spazio nell'ambiente dove è posizionata la macchina. Generalmente, una volta scelto questo parametro, esso non viene più modificato durante il funzionamento della macchina anche se è comunque possibile farlo (tra un avvolgimento e l'altro) in funzione di nuove esigenze.

Sulla base dei parametri operativi sopra definiti, l'unità di controllo 9 è in grado di calcolare le quote iniziali alle quali posizionare ciascuna unità avvolgitrice 20 per avvolgere in modo uniforme e regolare il prodotto 2, sostanzialmente mettendo in fase le spire di film successive svolte dalle unità avvolgitrici, ossia sfasate lungo la direzione operativa H della desiderata distanza f.

In particolare, la  $i$ -esima unità avvolgitrice è posizionata ad una rispettiva quota iniziale  $d_i$  ricavabile dalla seguente equazione:

$$d_i = [(P/2\pi) \cdot \alpha_{i1}] - [(i-1) \cdot (P/n)] \quad (\text{eq. 1})$$

5 dove:

$n$  = numero di unità avvolgitrici;

$P$  = passo di una spira di film sul prodotto [m];

$i = 1, 2, \dots n$ ;

$\alpha_{i1}$  = angolo tra la  $i$ -esima unità avvolgitrice e l'unità  
10 avvolgitrice scelta come riferimento [rad].

La quota iniziale  $d_i$  è misurata rispetto ad un piano di riferimento  $E$ , parallelo alla tavola di supporto 3.

Si noti che la quota iniziale  $d_i$  della  $i$ -esima unità avvolgitrice è espressa in funzione del passo di spira  $P$ .

15 La distanza  $f$  tra due spire adiacenti, misurata ad esempio tra rispettive linee mediane lungo la direzione operativa  $H$  è calcolabile tramite la seguente equazione:

$$f = P/n \quad (\text{eq. 2})$$

dove:

20  $n$  = numero di unità avvolgitrici;

$P$  = passo della spira di avvolgimento [m].

Il passo  $P$  delle spire di avvolgimento è calcolabile tramite la seguente equazione:

$$P = v_z \cdot T \quad (\text{eq. 3})$$

25 dove:

$v_z$  = velocità di movimentazione delle unità avvolgitrici  
lungo la direzione operativa  $H$  [ $\text{m s}^{-1}$ ];

$T = 2\pi/\omega$ , tempo necessario alla tavola di supporto 3, e quindi al prodotto 2, per compiere un giro [s].

30 Dopo aver posizionato il prodotto 2 sulla tavola di supporto 3, è possibile azionare in rotazione quest'ultima attorno all'asse di avvolgimento  $Z$ .

Ciascun film 27 è svolto dalla rispettiva bobina 7 ed è avvolto attorno al prodotto 2 in modo tale da formare una

35 pluralità di spire elicoidali, grazie alla combinazione del movimento nella direzione operativa  $H$  dei carrelli 6, e con

essi delle rispettive bobine 7, e della rotazione del prodotto 2 sulla tavola di supporto 3 attorno all'asse di avvolgimento Z. La pluralità di spire comprende un numero n di "principi" pari al numero di unità avvolgitrici 20, reciprocamente sfasati della distanza f.

Una volta calcolata la distanza f, è possibile calcolare il valore di una sovrapposizione o ricoprimento  $\Delta L$  tra due spire adiacenti tramite la seguente equazione:

$$\Delta L = L - f \quad (\text{eq. 4})$$

dove:

L = larghezza del film 27 [m];

f = distanza tra due spire adiacenti calcolata con la formula eq. 2 [m].

Si noti che la sovrapposizione  $\Delta L$  è presente solamente nel caso in cui la distanza f tra due spire adiacenti sia inferiore alla larghezza L del film 7. Nel caso particolare in cui la distanza f sia uguale all'estensione L non vi è sovrapposizione tra spire adiacenti, come illustrato per motivi di semplicità illustrativa nelle figure.

Si noti, inoltre, che il valore della sovrapposizione  $\Delta L$  può anche essere negativo; in questo caso, il prodotto al termine dell'avvolgimento presenta zone scoperte da film.

Sono di seguito descritti tre esempi di applicazione delle suddette equazioni che regolano il metodo di avvolgimento dell'invenzione.

In tutti gli esempi di seguito descritti si assume che siano costanti la velocità angolare  $\omega$  di rotazione della tavola di supporto 3 attorno all'asse di avvolgimento Z e la velocità di movimentazione  $v_z$  lungo la prima direzione H, uguale per tutte le unità avvolgitrici 20. Si assume altresì che la larghezza L del film 27 sia la stessa per tutte le bobine 7 delle unità avvolgitrici 20 e che l'avvolgimento avvenga senza sovrapposizioni tra spire adiacenti (ossia  $\Delta L = 0$ ).

Con riferimento alla prima configurazione operativa mostrata nelle figure da 1 a 4, nella quale le due unità avvolgitrice 20 sono simmetricamente disposte, angolarmente distanziate

di un angolo pari a  $180^\circ$ , è possibile calcolare le quote iniziali  $d_1$ ,  $d_2$  rispettivamente della prima e della seconda unità avvolgitrice 20 tramite la formula eq. 1.

Per la prima unità avvolgitrice si ha un angolo  $\alpha_{11}$  e  $i=1$ ,  
 5 per la seconda unità avvolgitrice si ha un angolo  $\alpha_{21}$  e  $i=2$ .  
 Segue:

$$d_1 = [(P/2\pi) \cdot \alpha_{11}] - [(1-1) \cdot (P/n)] = 0;$$

$$d_2 = [(P/2\pi) \cdot \alpha_{21}] - [(2-1) \cdot (P/n)] = P/2 - P/2 = 0;$$

giacché:

10  $n = 2;$

$\alpha_{11} = 0$  (angolo tra la prima unità avvolgitrice e l'unità avvolgitrice scelta come riferimento, in questo caso la medesima prima unità avvolgitrice);

15  $\alpha_{21} = \pi$  (angolo tra la seconda unità avvolgitrice e la prima unità avvolgitrice scelta come riferimento).

Inoltre, tramite la formula eq. 2 è possibile calcolare la distanza  $f$  tra linee mediane di due spire elicoidali mutuamente adiacenti.

Si noti quindi che le due unità avvolgitrice 20 nella disposizione simmetrica sono, come noto, nella stessa posizione iniziale, ad esempio allineate al piano di riferimento E posto ad una definita distanza dal pavimento dell'ambiente di installazione della macchina.

Con riferimento alla seconda configurazione operativa  
 25 mostrata nelle Figure da 5 a 7, nella quale le due unità avvolgitrice 20 sono disposte asimmetricamente, angolarmente distanziate di un angolo pari a  $270^\circ$ , è possibile calcolare le quote iniziali  $d_1$ ,  $d_2$  rispettivamente della prima e della seconda unità avvolgitrice 20 tramite la formula eq. 1.

30 Per la prima unità avvolgitrice si ha un angolo  $\alpha_{11}$  e  $i=1$ ,  
 per la seconda unità avvolgitrice si ha un angolo  $\alpha_{21}$  e  $i=2$ .  
 Segue:

$$d_1 = [(P/2\pi) \cdot \alpha_{11}] - [(1-1) \cdot (P/n)] = 0;$$

$$d_2 = [(P/2\pi) \cdot \alpha_{21}] - [(2-1) \cdot (P/n)] = (3/4)P - P/2 = P/4;$$

35 giacché:

$n = 2;$

$\alpha_{11} = 0^\circ$  (angolo tra la prima unità avvolgitrice e l'unità avvolgitrice scelta come riferimento, in questo caso la stessa prima unità avvolgitrice);

5  $\alpha_{21} = (3/2)\pi$  (angolo tra la seconda unità avvolgitrice e la prima unità avvolgitrice scelta come riferimento).

Inoltre, tramite la formula eq. 2 è possibile calcolare la distanza  $f$  tra due spire adiacenti.

Si noti che mentre una prima unità avvolgitrice si trova sostanzialmente allineata al piano di riferimento E, la  
10 seconda unità avvolgitrice si trova ad una distanza pari a  $P/4$  da detto piano di riferimento E.

Con riferimento alla forma di realizzazione mostrata nella figura 8, nella quale la macchina avvolgitrice 1 comprende tre unità avvolgitrici 20 disposte in modo asimmetrico,  
15 angolarmente distanziate di angolo pari a  $90^\circ$ , è possibile calcolare le quote iniziali  $d_1$ ,  $d_2$ ,  $d_3$  rispettivamente delle unità avvolgitrici 20 tramite l'equazione 1.

Per la prima unità avvolgitrice si ha un angolo  $\alpha_{11}$  e  $i=1$ ,  
per la seconda unità avvolgitrice si ha un angolo  $\alpha_{21}$  e  $i=2$ ,  
20 per la terza unità avvolgitrice si ha un angolo  $\alpha_{31}$  e  $i=3$ .

Segue:

$$d_1 = [(P/2\pi) \cdot \alpha_{11}] - [(1-1) \cdot (P/n)] = 0$$

$$d_2 = [(P/2\pi) \cdot \alpha_{21}] - [(2-1) \cdot (P/n)] = P/4 - P/3 = - P/12$$

$$d_3 = [(P/2\pi) \cdot \alpha_{31}] - [(3-1) \cdot (P/n)] = P/2 - (2/3)P = - P/6$$

25 giacché:

$$n = 3;$$

$\alpha_{11} = 0$  (angolo tra la prima unità avvolgitrice e l'unità avvolgitrice scelta come riferimento, in questo caso la stessa prima unità avvolgitrice);

30  $\alpha_{21} = \pi/2$  (angolo tra la seconda unità avvolgitrice e la prima unità avvolgitrice scelta di riferimento);

$\alpha_{31} = \pi$  (angolo tra la terza unità avvolgitrice e la prima unità avvolgitrice scelta di riferimento).

Si noti che mentre la prima unità avvolgitrice si trova  
35 sostanzialmente allineata al piano di riferimento E, la seconda unità avvolgitrice si trova ad una distanza pari a

P/12 al di sotto di detto piano di riferimento E e la terza unità avvolgitrice si trova ad una distanza pari a P/6 al di sotto del piano di riferimento E.

5 Nel caso in cui le tre unità avvolgitrici 20 siano disposte in modo simmetrico, angularmente distanziate di  $120^\circ$ , è possibile verificare che le rispettive quote iniziali  $d_1$ ,  $d_2$ ,  $d_3$  sono uguali e pari a zero.

Dalla forma eq. 1 risulta infatti

$$\begin{aligned} d_1 &= [(P/2\pi) \cdot \alpha_{11}] - [(1-1) \cdot (P/n)] = 0 \\ 10 \quad d_2 &= [(P/2\pi) \cdot \alpha_{21}] - [(2-1) \cdot (P/n)] = P/3 - P/3 = 0 \\ d_3 &= [(P/2\pi) \cdot \alpha_{31}] - [(3-1) \cdot (P/n)] = (2/3)P - (2/3)P = 0 \end{aligned}$$

giacché:

$$n = 3;$$

15  $\alpha_{11} = 0$  (angolo tra la prima unità avvolgitrice e l'unità avvolgitrice scelta come riferimento, in questo caso la stessa prima unità avvolgitrice);

$\alpha_{21} = (2/3)\pi$  (angolo tra la seconda unità avvolgitrice e la prima unità avvolgitrice scelta di riferimento);

20  $\alpha_{31} = (4/3)\pi$  (angolo tra la terza unità avvolgitrice e la prima unità avvolgitrice scelta di riferimento).

La macchina avvolgitrice 1 secondo l'invenzione consente di imballare un prodotto 2 tramite l'avvolgimento di una pluralità film 27 avvolti a formare spire sovrapposte e/o intrecciate attorno ad esso in modo tale da incrementare la  
25 produttività della macchina mantenendo una qualità ottimale dell'imballo. Ciò è possibile grazie al metodo di avvolgimento sopradescritto che consente di calcolare la posizione iniziale di ciascuna unità avvolgitrice 20 in funzione di alcuni parametri definiti dall'operatore, tra i  
30 quali la distanza angolare reciproca tra le unità avvolgitrici, la loro velocità di traslazione verticale  $v_z$  e la velocità angolare di rotazione  $\omega$  della tavola di supporto 3 del prodotto 2.

35 In questo modo, indipendentemente dal numero delle unità avvolgitrici 20 e della loro disposizione angolare attorno alla tavola di supporto 3, si ottiene un imballo avente le

medesime caratteristiche di un imballo ottenuto con una tradizionale macchina provvista di una sola unità avvolgitrice.

5 Grazie al metodo ed alla macchina dell'invenzione, che permettono l'utilizzo contemporaneo di più film 27, è possibile diminuire considerevolmente i tempi di avvolgimento. Nello stesso tempo, è possibile realizzare imballi multimateriale, utilizzando film di differenti materiali plastici o di materiali cartacei o di altra  
10 tipologia, così da soddisfare le diverse necessità di un utilizzatore.

Oltre a ciò, il metodo dell'invenzione permette di ottenere in modo semplice e preciso un imballo o avvolgimento formato da una pluralità film 27 avvolti a spire sovrapposte e/o  
15 intrecciate con un desiderato valore di sovrapposizione o ricoprimento.

La macchina avvolgitrice 1 è inoltre molto flessibile e versatile, in quanto consente può essere disposta in una molteplicità di configurazioni operative al fine di  
20 adattarsi al meglio allo spazio disponibile e/o ad eventuali vincoli dimensionali e/o a particolari esigenze dell'utilizzatore.

In un'ulteriore variante, non illustrata nelle figure, la macchina avvolgitrice 1 può comprendere un numero di unità  
25 avvolgitrici maggiore di tre.

In un'altra variante, non raffigurata, la macchina avvolgitrice 1 può avvolgere un gruppo di prodotti raggruppati su un pallet.

Modena, 04/06/2009

30

Per incarico

LUPPI CRUGNOLA & PARTNERS S.R.L.  
Viale Corassori, 54 - 41124 Modena  
Dott. Ing. Pietro Crugnola



## RIVENDICAZIONI

1. Metodo per avvolgere un prodotto (2) tramite una macchina avvolgitrice (1) comprendente una pluralità di unità avvolgitrici (20) mobili lungo una direzione operativa (H) su rispettivi supporti a colonna (10) e disposte per avvolgere detto prodotto (2) con spire di film (27) aventi un determinato passo (P), le spire di film (27) svolte da due successive unità avvolgitrici (20) essendo tra loro sfasate lungo detta direzione operativa (H) di una stabilita distanza (f) ricavabile dalla formula  $f = P/n$  (eq. 2), dove n è il numero di unità avvolgitrici (20), ciascuna unità avvolgitrice (20) essendo angolarmente distanziata di un rispettivo stabilito angolo ( $\alpha_{i1}$ ) da un'unità avvolgitrice di riferimento di detta pluralità di unità avvolgitrici, detto metodo comprendendo, in una fase di regolazione prima di avvolgere detto prodotto, disporre dette unità avvolgitrici (20) ad una rispettiva quota iniziale ( $d_i$ ) misurata rispetto ad un piano di riferimento (E) e ricavabile dalla formula:

$$d_i = [(P/2\pi) \cdot \alpha_{i1}] - [(i-1) \cdot (P/n)] \quad (\text{eq. 1})$$

dove:

n = numero di unità avvolgitrici;

P = passo di dette spire di film;

25  $i = 1, 2, \dots n$ ;

$\alpha_{i1}$  = angolo tra la i-esima unità avvolgitrice e l'unità avvolgitrice scelta come riferimento;

$d_i$  = quota iniziale della i-esima unità avvolgitrice.

2. Metodo secondo la rivendicazione 1, in cui detto prodotto (2) e dette unità avvolgitrici (20) sono mobili l'uno rispetto alle altre con una velocità angolare ( $\omega$ ) attorno ad un asse di avvolgimento (Z) di detto prodotto (2).

3. Metodo secondo la rivendicazione 2, in cui detto passo (P) di dette spire di film è ricavabile dalla formula:

$$P = v_z \cdot 2\pi/\omega \quad (\text{eq. 3})$$

dove:

$v_z$  = velocità di movimentazione di un'unità avvolgitrice lungo detta direzione operativa.

4. Metodo secondo la rivendicazione 3, in cui è previsto  
5 mantenere la stessa velocità di movimentazione ( $v_z$ ) per detta pluralità di unità avvolgitrici (20).

5. Metodo secondo una delle rivendicazioni da 2 a 4, in cui è previsto azionare in rotazione detta pluralità di unità avvolgitrici (20) con detta velocità angolare ( $\omega$ ).

10 6. Metodo secondo una delle rivendicazioni da 2 a 4, in cui è previsto azionare in rotazione detto prodotto (2) con detta velocità angolare ( $\omega$ ).

7. Metodo secondo una delle rivendicazioni precedenti, in cui detto avvolgere comprendere avvolgere con una  
15 definita sovrapposizione ( $\Delta L$ ) due spire di film (27) consecutive, detta sovrapposizione essendo ricavabile dalla formula:

$$\Delta L = L - f \quad (\text{eq. 4})$$

dove:

20  $L$  = larghezza del film;

$f$  = distanza tra due spire di film adiacenti.

8. Macchina avvolgitrice, comprendente:

- una pluralità di unità avvolgitrici (20), ciascuna  
delle quali supportante una bobina (7) di film (27)  
25 da avvolgere attorno ad un prodotto (2);

- una pluralità di supporti a colonna (10), ciascuno dei quali disposto per supportare scorrevolmente una rispettiva unità avvolgitrice (20) mobile lungo una direzione operativa (H);

30 - un telaio (11);

- una tavola di supporto (3) connessa a detto telaio (11) per sostenere detto prodotto (2) e girevole attorno ad un asse di avvolgimento (Z) per avvolgere detto prodotto (2) con spire di film (27);

35 in cui detti supporti a colonna (10) sono amovibilmente collegabili a detto telaio (11) in modo tale da fissare

dette unità avvolgitrici (20) tra loro angolarmente distanziate di rispettivi definiti angoli.

9. Macchina secondo la rivendicazione 8, in cui ciascun supporto a colonna (10) comprende un montante (4) scorrevolmente supportante una rispettiva unità avvolgitrice (20) e connesso a detto telaio (11) tramite mezzi di collegamento (8).

10. Macchina secondo la rivendicazione 9, in cui detto telaio (11) comprende almeno una sede (19) disposta per ricevere estremità (14) di detti mezzi di collegamento (8), mezzi di accoppiamento (15, 16, 21) essendo previsti per fissare amovibilmente dette estremità (14) di detti mezzi di collegamento (8) a detto telaio (11).

11. Macchina secondo una delle rivendicazioni da 8 a 10, comprendente un'unità di controllo (9) disposta per controllare e/o regolare almeno una velocità di rotazione ( $\omega$ ) di detta tavola di supporto (3) ed una velocità di movimentazione ( $v_z$ ) di dette unità avvolgitrici (20) lungo detta direzione operativa (H).

12. Macchina secondo la rivendicazione 11, in cui detta un'unità di controllo (9) è disposta inoltre per regolare una quota iniziale ( $d_i$ ) di ciascuna unità avvolgitrice (20), che è angolarmente distanziata di un rispettivo stabilito angolo ( $\alpha_{i1}$ ) da un'unità avvolgitrice di riferimento, detta quota iniziale ( $d_i$ ) essendo misurata rispetto ad un piano di riferimento (E) e ricavabile dalla formula:

$$d_i = [(P/2\pi) \cdot \alpha_{i1}] - [(i-1) \cdot (P/n)] \quad (\text{eq. 1})$$

dove:

n = numero di unità avvolgitrici;

P = passo di dette spire di film;

i = 1, 2, ... n;

$\alpha_{i1}$  = angolo tra la i-esima unità avvolgitrice e l'unità avvolgitrice scelta come riferimento;

$d_i$  = quota iniziale della i-esima unità avvolgitrice.

Modena, 04/06/2009

Per incarico

LUPPI CRUGNOLA & PARTNERS S.R.L.  
Viale Corassori, 54 - 41124 Modena

Dott. Ing. Pietro Crugnola

5

## CLAIMS

1. Method for wrapping a product (2) by means of a wrapping machine (1) comprising a plurality of wrapping units (20) that are movable along an operating direction (H) on respective column supports (10) and arranged for wrapping said product (2) with coils of film (27) having a fixed pitch (P), the coils of film (27) unwrapped from two successive wrapping units (20) being staggered from one another along said operating direction (H) by a set distance (f) that is obtainable from the formula  $f = P/n$  (eq. 2), where n is the number of wrapping units (20), each wrapping unit (20) being angularly spaced by a respective set angle ( $\alpha_{i1}$ ) from a reference wrapping unit of said plurality of wrapping units, said method comprising, in an adjusting step before wrapping said product, arranging said wrapping units (20) at a respective initial height ( $d_i$ ) measured with respect to a reference plane (E) and obtainable from the formula:

$$d_i = [(P/2\pi) \cdot \alpha_{i1}] - [(i-1) \cdot (P/n)] \quad (\text{eq. 1})$$

where:

n = number of wrapping units;

P = pitch of said coils of film;

i = 1, 2, ... n;

$\alpha_{i1}$  = angle between the i-th wrapping unit and the wrapping unit chosen as a reference;

$d_i$  = initial height of i-th wrapping unit.

2. Method according to claim 1, wherein said product (2) and said wrapping units (20) are movable in relation to one another at an angular speed ( $\omega$ ) around a wrapping axis (Z) of said product (2).

3. Method according to claim 2, wherein said pitch (P) of said coils of film is obtainable from the formula:

$$P = v_z \cdot 2\pi/\omega \quad (\text{eq. 3})$$

where:

$v_z$  = movement speed of a wrapping unit along said operating direction.

4. Method according to claim 3, wherein maintaining the same movement speed ( $v_z$ ) for said plurality of wrapping units (20) is provided.

5. Method according to any one of claims 2 to 4, wherein rotating said plurality of wrapping units (20) at said angular speed ( $\omega$ ) is provided.

6. Method according to any one of claims 2 to 4, wherein rotating said product (2) at said angular speed ( $\omega$ ) is provided.

7. Method according to any preceding claim, wherein said wrapping comprises wrapping with a certain overlap ( $\Delta L$ ) two consecutive coils of film (27), said overlap being obtainable from the formula:

$$\Delta L = L - f \quad (\text{eq. 4})$$

where:

$L$  = width of the film;

$f$  = distance between two coils of adjacent films.

8. Wrapping machine, comprising:

- a plurality of wrapping units (20), each of which supporting a reel (7) of film (27) to be wrapped around a product (2);

- a plurality of column supports (10), each of which is arranged for slidably supporting a respective wrapping unit (20) that is movable along an operating direction (H);

- a frame (11);

- a supporting table (3) connected to said frame (11) for supporting said product (2) and rotatable around a wrapping axis (Z) for wrapping said product (2) with coils of film (27);

wherein said column supports (10) are removably connectable to said frame (11) such as to fix said wrapping units (20) that are angularly spaced apart from one another by respective defined angles.

9. Machine according to claim 8, wherein each column support (10) comprises an upright (4) slidably

supporting a respective wrapping unit (20) and connected to said frame (11) by connecting means (8).

10. Machine according to claim 9, wherein said frame (11) comprises at least a seat (19) arranged for receiving ends (14) of said connecting means (8), coupling means (15, 16, 21) being provided for removably fixing said end (14) of said connecting means (8) to said frame (11).

11. Machine according to any one of claims 8 to 10, comprising a control unit (9) arranged for controlling and/or adjusting at least a rotation speed ( $\omega$ ) of said supporting table (3) and a movement speed ( $v_z$ ) of said wrapping units (20) along said operating direction (H).

12. Machine according to claim 11, wherein said a control unit (9) is further arranged for adjusting an initial height ( $d_i$ ) of each wrapping unit (20), which is angularly spaced by a respective set angle ( $\alpha_{i1}$ ) apart from a reference wrapping unit, said initial height ( $d_i$ ) being measured with respect to a reference plane (E) and obtainable from the formula:

$$d_i = [(P/2\pi) \cdot \alpha_{i1}] - [(i-1) \cdot (P/n)] \quad (\text{eq. 1})$$

where:

n = number of wrapping units;

P = pitch of said coils of film;

i = 1, 2, ... n;

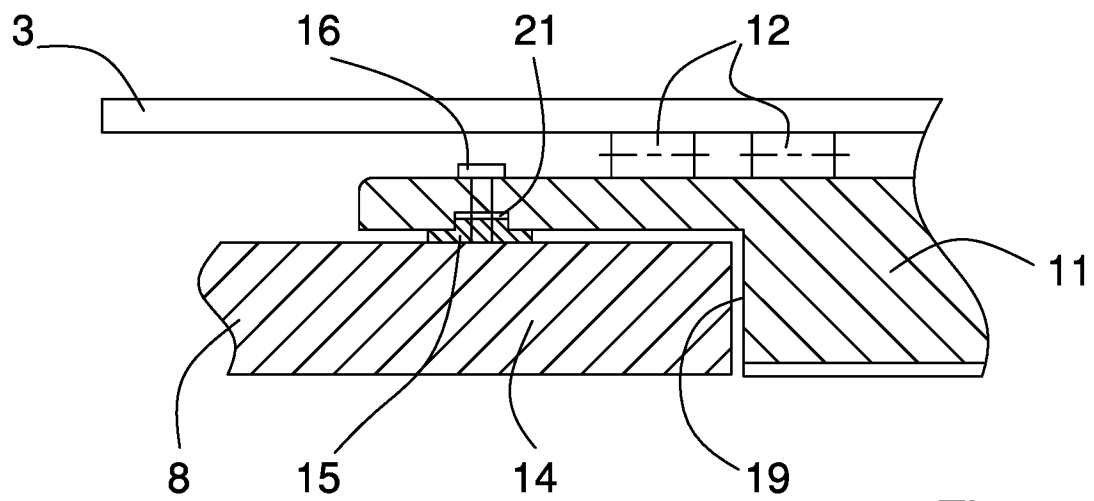
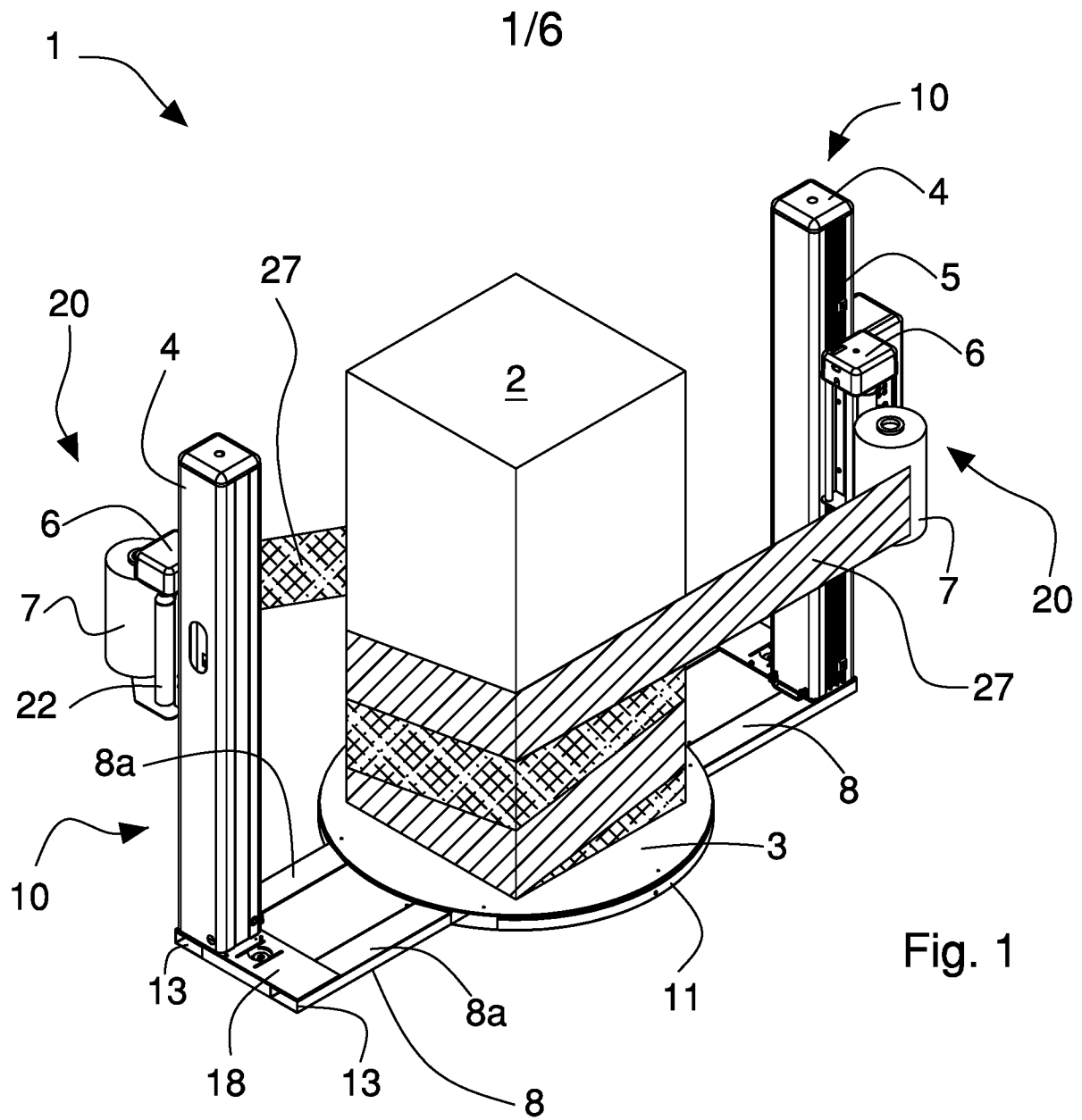
$\alpha_{i1}$  = angle between the i-th wrapping unit and the wrapping unit chosen as a reference;

$d_i$  = initial height of the i-th wrapping unit.

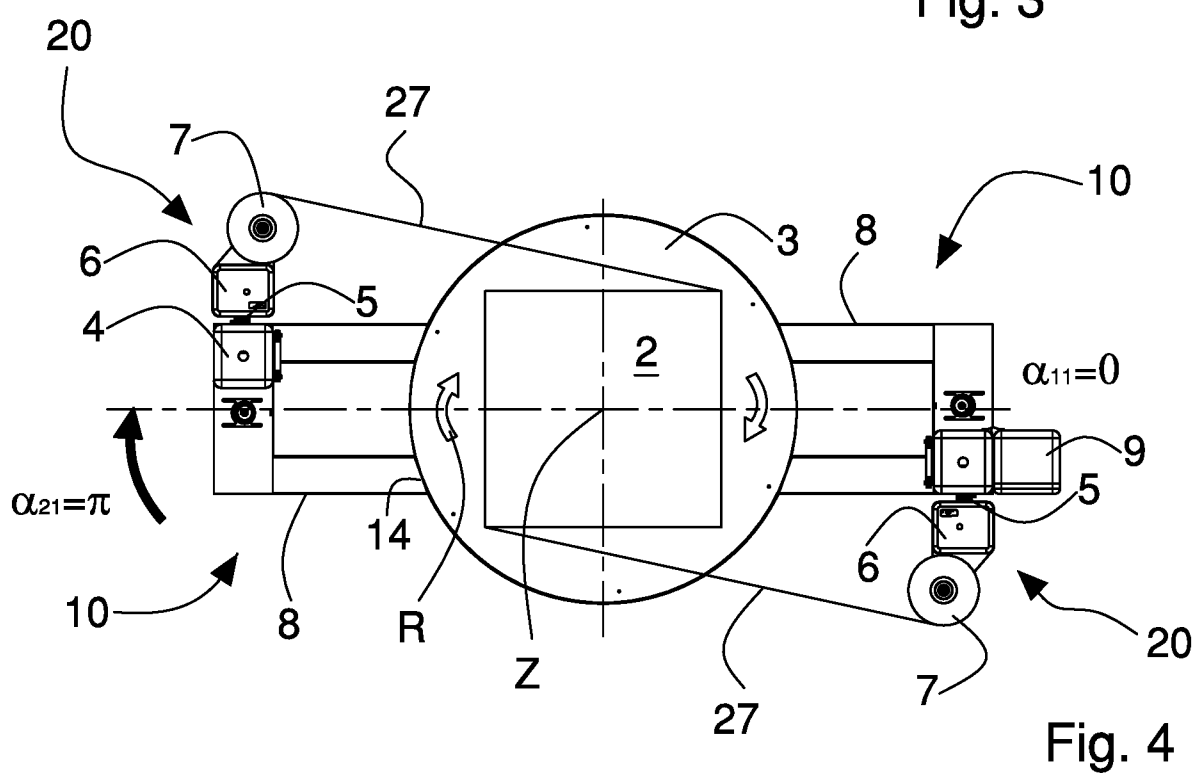
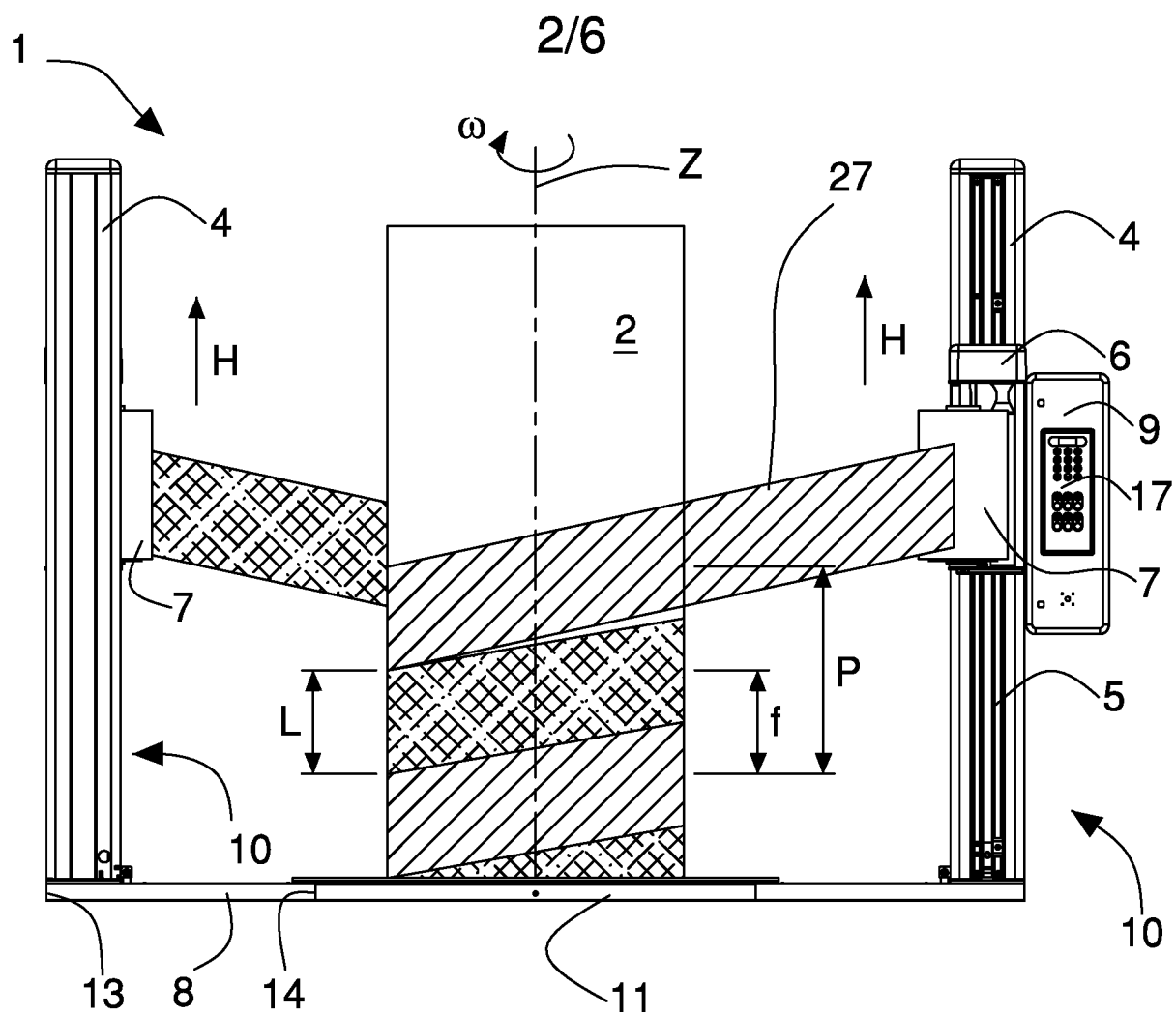
Modena, 20/07/2009

Per incarico

LUPPI CRUGNOLA & PARTNERS S.R.L.  
Viale Corassori, 54 - 41124 Modena  
Dott. Ing. Pietro Crugnola







**Fig. 5**

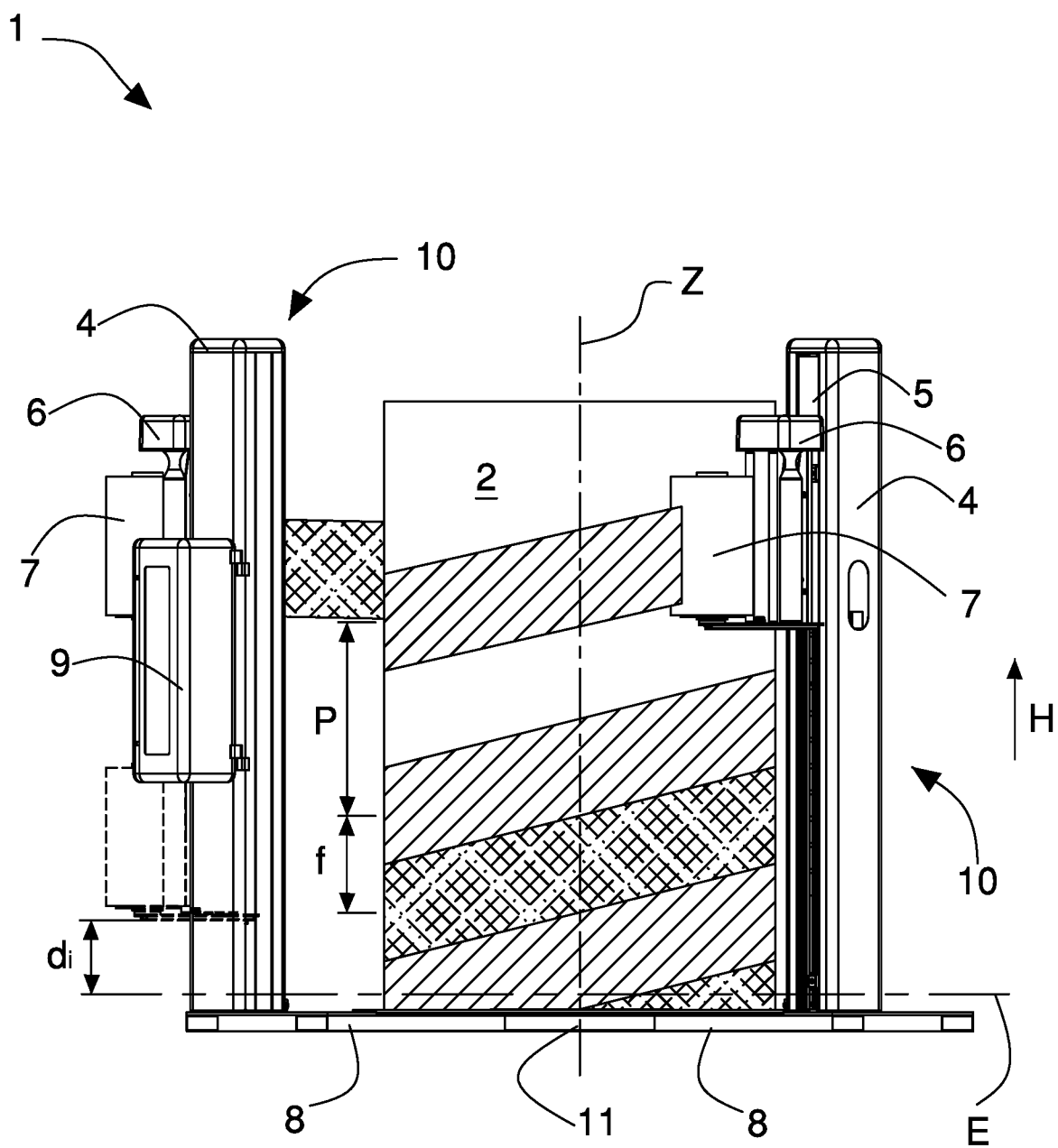


Fig. 6

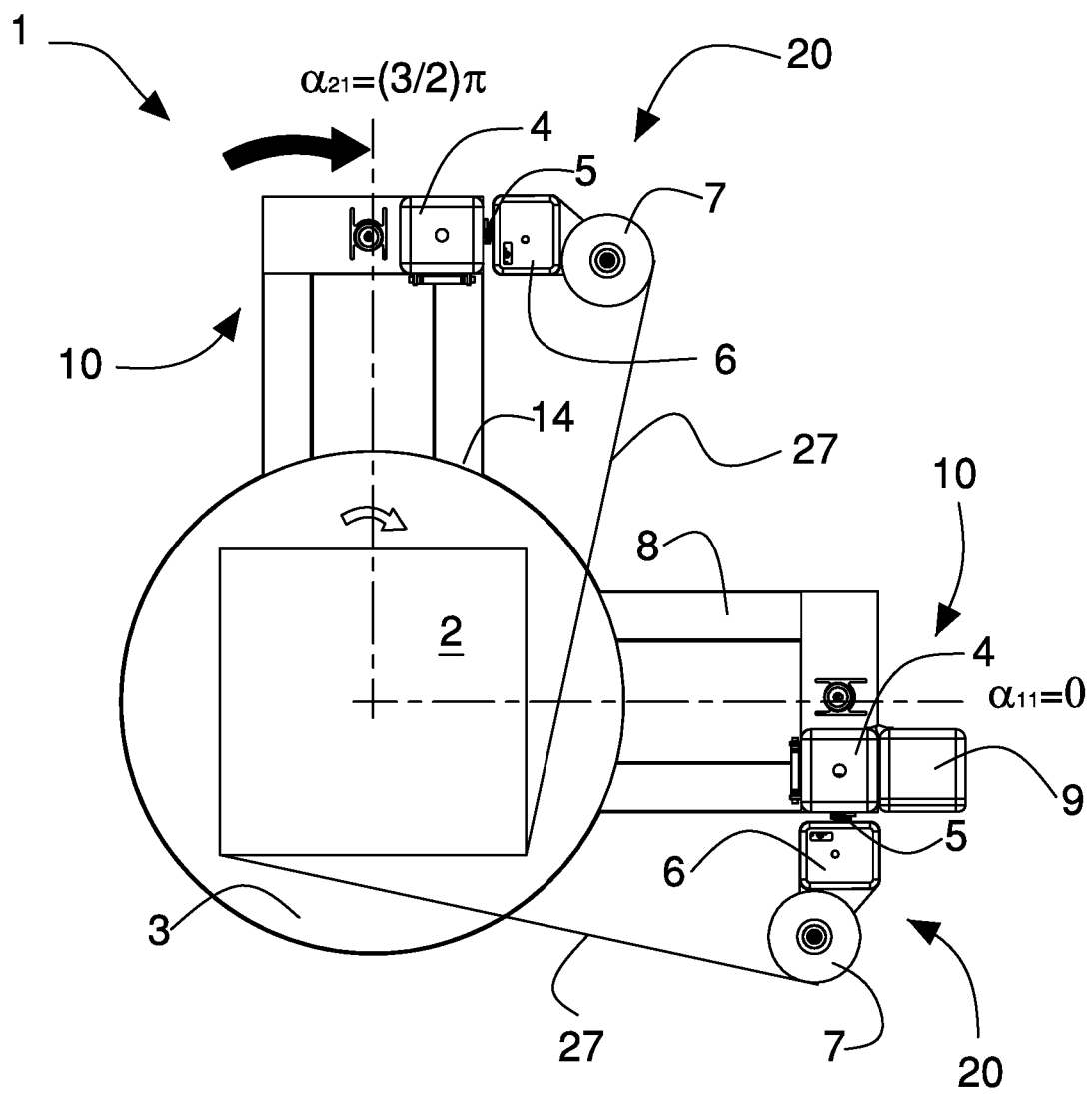


Fig. 7

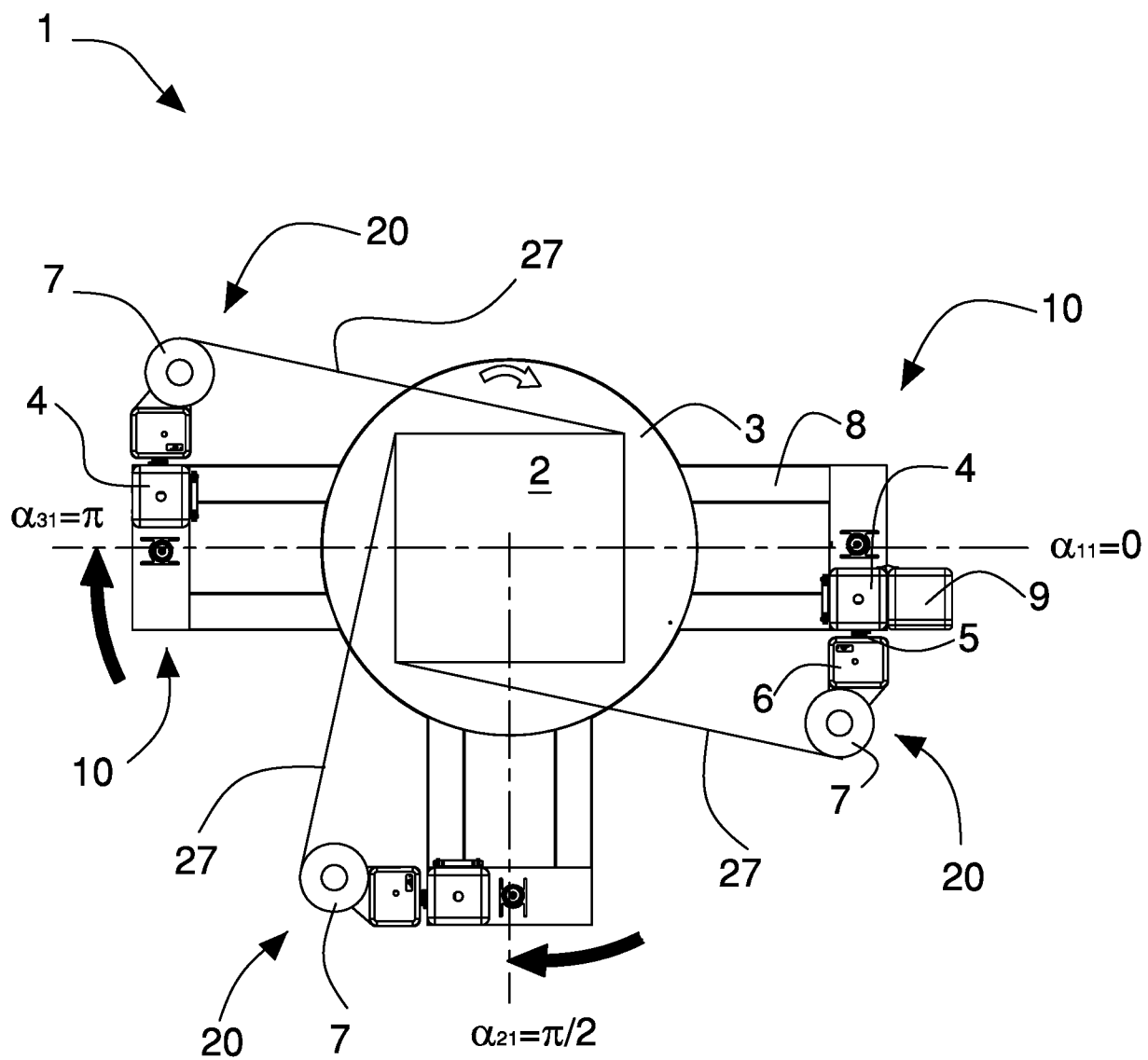


Fig. 8