

# UIBM

<b>DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO</b>	<b>102022000014644</b>
<b>Data Deposito</b>	<b>12/07/2022</b>
<b>Data Pubblicazione</b>	<b>12/01/2024</b>

#### Classifiche IPC

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
B	29	C	57	04

#### Titolo

APPARATO E METODO DI DISTRIBUZIONE DI TUBI IN MATERIALE TERMOPLASTICO AD UNA MACCHINA BICCHIERATRICE.

## DESCRIZIONE

Annessa a domanda di brevetto per INVENZIONE INDUSTRIALE avente per titolo

### **“APPARATO E METODO DI DISTRIBUZIONE DI TUBI IN MATERIALE TERMOPLASTICO AD UNA MACCHINA BICCHIERATRICE”**

A nome: SICA S.P.A.  
VIA STROPPATA 28  
48011 ALFONSINE RA

\*\*\*\*\*

Il presente trovato concerne un apparato ed un metodo di distribuzione di tubi in materiale termoplastico per una linea di estrusione di detti tubi.

Più precisamente, l'apparato di distribuzione è montato in una linea di estrusione di tubi in materiale termoplastico. La linea di estrusione

5 comprende una macchina di estrusione, che produce tubi in modo continuo cioè a velocità costante e impostabile, ed una macchina di taglio (nel seguito indicata anche solo come taglierina), a valle della macchina di estrusione, che riceve, in continuo, il tubo dalla macchina di estrusione e provvede a tagliare lo stesso in spezzoni di determinate e diverse 10 lunghezze.

A valle della macchina taglierina, la linea comprende una macchina bicchieratrice (nel seguito indicata anche solo come bicchieratrice), che procede a realizzare un bicchiere su una delle estremità del tubo tagliato dalla taglierina.

15 Tali tubi prodotti dalla linea di estrusione sono realizzati in materiale termoplastico come il polipropilene (PP) e polivinilclouro rigido (PVC-U) e sono prodotti e commercializzati secondo formati dimensionali standardizzati per diametri esterni nominali, DN (mm), e lunghezze nominali, LN (mm), quali, rispettivamente:

20 DN32, DN40, DN50, DN63, DN75, DN90, DN110, DN125 e DN160, LN150, LN250; LN500; LN1000; LN1500; LN2000 e LN3000.

La lunghezza effettiva del tubo tagliato L<sub>r</sub> (espressa generalmente in mm),

come ben evidenziato nella figura 6C, è la somma del valore nominale LN, del valore della lunghezza L<sub>b</sub> (mm) in estremità tubo che deve essere sagomata a bicchiere. La lunghezza L<sub>b</sub> varia in funzione del tipo di bicchiere e del diametro DN del tubo.

- 5 Ad esempio, se 70mm è la lunghezza L<sub>b</sub> nei tubi in PP di dimensione diametrale DN50, si hanno le corrispondenti lunghezze effettive dei tubi che andranno bicchierati in estremità.

$$LN150 \rightarrow L_r = 150 + 70 = 220\text{mm}$$

$$LN250 \rightarrow L_r = 250 + 70 = 320\text{mm}$$

10  $LN500 \rightarrow L_r = 500 + 70 = 570\text{mm}$

$$LN1000 \rightarrow L_r = 1000 + 70 = 1070\text{mm}$$

$$LN1500 \rightarrow L_r = 1500 + 70 = 1570\text{mm}$$

$$LN2000 \rightarrow L_r = 2000 + 70 = 2070\text{mm}$$

$$LN3000 \rightarrow L_r = 3000 + 70 = 3070\text{mm}$$

- 15 La bicchieratrice riceve dal canale di uscita della macchina taglierina i tubi tagliati ad opportuna lunghezza.

I tubi escono dalla macchina taglierina alla velocità di estrusione adiacenti e in contatto tra loro spinti dal tubo estruso in continuo.

- 20 Con il termine “tubi di corta lunghezza” si intendono i tubi di lunghezza nominale LN150, LN250, LN500 e LN1000; tali tubi costituiscono la maggiore produzione delle linee di estrusione.

Tale esigenza ha comportato un costante sviluppo tecnico dei macchinari costituenti la linea di estrusione del tubo finalizzato ad incrementare la capacità di produzione di tubi bicchierati di lunghezza corta con elevate velocità di estrusione.

Sono note, dai documenti EP0129515, EP3529022 ed EP2008749 della Richiedente, macchine taglierine efficaci per la produzione di tubi tagliati in corta lunghezza in grado di operare anche ad elevate velocità di estrusione.

- 30 Con particolare riferimento alla macchina bicchieratrice descritta in EP3529022, questa comprende una pluralità di stazioni di lavoro dove il

tubo è trasportato per eseguire le diverse fasi di lavoro.

La prima stazione riceve il tubo tagliato lungo la linea di estrusione attraverso un canale alimentatore. Il canale alimentatore della macchina bicchieratrice riceve ogni tubo in moto alla velocità di estrusione dal

- 5 canale di uscita dei tubi dalla macchina taglierina. Nella prima stazione, tramite un apposito dispositivo posizionatore, il tubo ricevuto è movimentato longitudinalmente e poi arrestato in una precisa posizione sempre parallela all'asse di estrusione.

- Da questa posizione il tubo viene successivamente spostato 10 trasversalmente per essere collocato in corrispondenza delle altre stazioni di processo.

- Tale macchina bicchieratrice, quando raggiunge una produttività di 1200 bicchieri all'ora in quadrupla bicchieratura realizza un tubo bicchierato ogni 15 3 sec, quindi deve essere in grado di eseguire il ciclo di trasferimento del tubo tagliato dal canale di alimentazione tubi in linea di estrusione alla successiva stazione di processo in tempi inferiori a 3 secondi. Il ciclo di trasferimento del tubo tagliato comprende la fase di prelievo del tubo dal canale di alimentazione della bicchieratrice. La fase di trasferimento del tubo dalla linea di estrusione alla macchina bicchieratrice comprende una 20 successione di fasi operative, quali ad esempio: prelievo del tubo dal canale di alimentazione della macchina bicchieratrice, spostamento longitudinale del tubo; arresto del tubo con collocazione del tubo nella posizione di ingresso nella successiva stazione di processo della bicchieratrice.
- 25 Il prelievo del tubo necessita di un arresto del tubo in arrivo, ma questo arresto può avvenire solo se il tubo è stato preventivamente distaccato (cioè posto a distanza) dal tubo tagliato che lo segue e che lo spinge alla velocità di estrusione sotto l'azione del tubo in estrusione.
- Pertanto, ai fini di realizzare il prelievo, è necessaria una fase di distacco 30 del tubo oggetto di prelievo da quello a monte rispetto al verso di estrusione, che lo spinge.

- Il distacco del tubo viene realizzato nel canale alimentatore della bicchieratrice mediante un dispositivo di trascinamento del tubo stesso.
- In estrema sintesi, il tubo viene trascinato dal dispositivo di trascinamento nella direzione della linea di estrusione ad una velocità  $V_c$  superiore alla
- 5      velocità di estrusione  $V_{ext}$  determinando il suo distacco dal tubo che lo segue (a monte rispetto al verso di convogliamento).
- Il tubo che segue il tubo distaccato rimane nel canale di uscita della macchina taglierina in stato di moto rettilineo uniforme alla velocità di estrusione  $V_{ext}$ .
- 10     Quando anche il tubo che segue viene distaccato ad opera del dispositivo di trascinamento, tra questi due tubi in carico nel canale di alimentazione della bicchieratrice, ora in moto alla medesima velocità  $V_c$ , si stabilizza e si mantiene costante una distanza  $\Delta W$  di separazione tra la coda del primo tubo e la testa del secondo tubo che lo segue.
- 15     Considerando una configurazione di macchina bicchieratrice caratterizzata da un valore di velocità di trascinamento  $V_c$  sostenibile nel canale di alimentazione, e da un tempo  $tp$  di prelievo operativo del tubo sostenibile dalla bicchieratrice, si determina il parametro caratteristico di funzionamento  $\Delta S = V_c \times tp$ ,
- 20     laddove  $\Delta S$  è la distanza minima di separazione che deve sussistere tra due tubi nel canale di alimentazione della bicchieratrice affinché siano entrambi prelevati, compatibilmente con la velocità di trascinamento ed il tempo ciclo di prelievo, dalla macchina bicchieratrice.
- Pertanto, definito  $\Delta W$  come la distanza effettiva di separazione di due tubi
- 25     sul canale di alimentazione, ovverosia la distanza tra la coda del primo tubo e la testa del secondo tubo che lo segue, il prelievo dei tubi è realizzabile solo se  $\Delta W \geq \Delta S$ .
- I dispositivi di trascinamento e/o posizionamento possono essere di diverso tipo, ad esempio, un trainetto a cingolo o a ruote che impegna il
- 30     tubo dall'alto come quello mostrato nel documento brevettuale EP0684124 della Richiedente.

Normalmente, nelle bicchieratrici specializzate nella lavorazione di tubi in materiale termoplastico da scarico il dispositivo di trascinamento e/o posizionamento è del tipo a canaletta motorizzata, ovverosia un canale a rulli motorizzati o a nastro motorizzato.

- 5 Il canale di alimentazione della bicchieratrice comprende due moduli indipendenti: un primo modulo destinato al distacco del tubo, denominato canaletta di arrivo tubo o canaletta di distacco; un secondo modulo, successivo ed allineato con il primo, destinato all'arresto e al posizionamento del tubo, detto canaletta di posizionamento.
- 10 Il limite massimo di velocità della canaletta di distacco è normalmente imposto alla esigenza di mantenere ripetibile e quindi fattibile la successiva fase di arresto e posizionamento tubo realizzato dalla canaletta di posizionamento. Infatti, se il tubo trascinato dalla canaletta di distacco arriva nella canaletta di posizionamento troppo veloce, l'inerzia
- 15 del tubo può rendere l'arresto del tubo instabile e non preciso. Nella pratica, le velocità massime realizzabili con la canaletta di distacco non superano i 30m/min, una velocità sempre superiore alle massime velocità di estrusione sostenibili dalle più moderne linee di estrusione per tubi da scarico nei fabbricati (si consideri infatti che le velocità massime di estrusione sono normalmente comprese fra 11 m/min e 18 m/min).
- 20

Questa tipologia di configurazione del canale di alimentazione della macchina bicchieratrice, a causa del distanziamento dei tubi in arrivo minimo che è necessario avere (parametro  $\Delta W \geq \Delta S$ ), ha limiti prestazionali in particolare nella produzione di tubi corta lunghezza ad alte velocità di estrusione.

Per comprendere i citati limiti, si considerano due usuali condizioni di estrusione: produzione di tubi di uguale lunghezza  $L_r$  e produzione di tubi in due diverse lunghezze alternate tra di loro  $L_{ra}$  e  $L_{rb}$  con  $L_{ra} > L_{rb}$ .

In entrambi i casi, il moto dei tubi avviene, sostanzialmente, a velocità uniforme. Pertanto, vale la semplice correlazione cinematica del moto a velocità uniforme di spazio percorso uguale alla velocità del tubo per il

tempo, di conseguenza la distanza di separazione  $\Delta W$  si relaziona linearmente alla velocità di estrusione  $V_{ext}$ , alla velocità di trascinamento  $V_c$  e alla lunghezza dei tubi  $L_r$ .

Nel seguito, esporremo due differenti casi.

- 5 Caso 1: relativo alla produzione di tubi in estrusione di uguale lunghezza  $L_r$ .

Se i tubi sono di uguale lunghezza  $L_r$ , si realizza un distacco  $\Delta W$  che si correla a  $L_r$ ,  $V_c$  e  $V_{ext}$  con la relazione cinematica (q1).

$$\Delta W = L_r (V_c/V_{ext}-1)$$

- 10 Caso 2: produzione di tubi in estrusione aventi due diverse lunghezze,  $L_{ra}$  e  $L_{rb}$ , alternati in continuo.

In accordo con una tecnica nota, la macchina bicchieratrice comprende una superficie di sostegno e trascinamento del tubo del canale di alimentazione della bicchieratrice ad una quota di poco inferiore alla

- 15 superficie di sostegno dello scivolo di scorrimento degli spezzoni di tubo in uscita dalla taglierina.

In questo modo il tubo viene preso in carico dal dispositivo di trascinamento del canale di alimentazione, non quando l'estremità del tubo raggiunge il settore trascinante del canale della bicchieratrice, ma

- 20 quando il baricentro del tubo, localizzato nella mezzeria del tubo stesso, oltrepassa l'inizio della superficie di sostegno e trascinamento della canaletta di distacco. Infatti, in questa condizione, per effetto del peso proprio del tubo, l'estremità del tubo cade per gravità sul settore trascinante della canaletta di distacco e viene trascinato alla velocità  $V_c$  realizzando il distacco dal tubo che lo segue in moto a velocità più bassa  $V_{ext}$ .

Quando anche il tubo che segue viene distaccato, si determina e si mantiene costante una distanza  $\Delta W$  di separazione tra la coda del primo tubo corto  $L_{rb}$  e la testa del secondo tubo lungo  $L_{ra}$  che lo segue, uguale

- 30 pure alla distanza di separazione  $\Delta W$  tra la coda del primo tubo lungo  $L_{ra}$  e la testa del secondo tubo corto  $L_{rb}$  che lo segue.

Se i tubi sono prodotti con una successione di sequenze che alternano in continuo due diverse lunghezze di tubo Lra e Lrb, con  $Lra > Lrb$ , laddove  $Lra$  = tubo di lunghezza lunga,  $Lrb$  = tubo di lunghezza corta, con l'accorgimento del diverso posizionamento in altezza delle superfici di sostegno del tubo tra canaletta di distacco e scivolo dei tubi in uscita dalla taglierina, si determina un distacco  $\Delta W$  matematicamente associato a  $Lra$ ,  $Lrb$ ,  $Vc$  e  $Vext$  con la relazione cinematica (q2).

$$\Delta W = (Lra/2 + Lrb/2)(Vc/Vext - 1)$$

Per evidenziare i limiti prestazionali di questa configurazione di bicchieratrice si considera un realistico esempio pratico, laddove è prevista la produzione di tubi bicchierati in PP di dimensione diametrale DN50, con estensione Lb da formare a bicchiere pari a 70mm. Nel caso in esame, la macchina bicchieratrice viene fatta funzionare con un tempo operativo di prelievo tubo  $tp=2,7sec$  e con velocità del canale di alimentazione  $Vc= 30m/min$

La macchina bicchieratrice, con questi parametri, è in grado di processare i tubi fino a  $Qmax=1200$  bicch/ora.

Per questa condizione esemplificativa, si calcolano con le formule (q1) e (q2), sopra menzionate, i valori di massima velocità di estrusione  $Vext$  sostenibile per realizzare il distacco  $\Delta W = \Delta S = Vc \times tp = 1350$  mm

In altri termini, si valuta il valore massimo di velocità di estrusione per la quale la bicchieratrice è in grado di prelevare i tubi nelle diverse lunghezze reali commerciali.

Infatti, l'esigenza del gestore della linea di estrusione è quella di far funzionare la macchina di estrusione alla massima velocità compatibile con la macchina bicchieratrice, che di fatto è il vero collo di bottiglia della linea stessa.

Nel caso della produzione di tubi in estrusione di uguale lunghezza  $Lr$ , dalla (q1) si ricava che la velocità di estrusione massima  $Vext = Vc * (Lr / (\Delta S + Lr))$ .

Tale velocità, per i seguenti esempi, è calcolabile come segue:

- LN150 — →  $L_r = 150 + 70 = 220\text{mm}$  →  $V_{ext} = 4,2 \text{ m/min}$
  - LN250 — →  $L_r = 250 + 70 = 320\text{mm}$  →  $V_{ext} = 5,75 \text{ m/min}$
  - LN500 — →  $L_r = 500 + 70 = 570\text{m}$  →  $V_{ext} = 8,9 \text{ m/min}$
  - LN1000 — →  $L_r = 1000 + 70 = 1070\text{mm}$  →  $V_{ext} = 13,2 \text{ m/min}$
  - 5 — LN1500 — →  $L_r = 1500 + 70 = 1570\text{mm}$  →  $V_{ext} = 16,1 \text{ m/min}$
  - LN2000 — →  $L_r = 2000 + 70 = 2070\text{mm}$  →  $V_{ext} = 18,1 \text{ m/min}$
  - LN3000 — →  $L_r = 3000 + 70 = 3070\text{mm}$  →  $V_{ext} = 20,8 \text{ m/min}$
- Nel caso invece della produzione di tubi in estrusione aventi due diverse lunghezze,  $L_{ra}$  e  $L_{rb}$ , alternati in continuo, dalla (q2) si ricava la velocità di estrusione massima  $V_{ext} = V_c ((L_{ra}/2+L_{rb}/2)/(\Delta S+L_{ra}/2+L_{rb}/2))$  per i seguenti tubi:
- 10 — LN1000 — LN150 — →  $L_{ra} = 1070\text{mm}; L_{rb} = 220\text{mm}$  →  $V_{ext} = 9,7 \text{ m/min}$
  - 15 — LN2000 — LN150 — →  $L_{ra} = 2070\text{mm}; L_{rb} = 220\text{mm}$  →  $V_{ext} = 13,8 \text{ m/min}$
  - LN3000 — LN150 — →  $L_{ra} = 3070\text{mm}; L_{rb} = 220\text{mm}$  →  $V_{ext} = 16,5 \text{ m/min}$
  - LN1000 — LN250 — →  $L_{ra} = 1070\text{mm}; L_{rb} = 320\text{mm}$  →  $V_{ext} = 10,2 \text{ m/min}$
  - 20 — LN2000 — LN250 — →  $L_{ra} = 2070\text{mm}; L_{rb} = 320\text{mm}$  →  $V_{ext} = 14,1 \text{ m/min}$
  - LN3000 — LN250 — →  $L_{ra} = 3070\text{mm}; L_{rb} = 320\text{mm}$  →  $V_{ext} = 16,7 \text{ m/min}$
  - LN1000 — LN500 — →  $L_{ra} = 1070\text{mm}; L_{rb} = 570\text{mm}$  →  $V_{ext} = 11,3 \text{ m/min}$
  - 25 — LN2000 — LN500 — →  $L_{ra} = 2070\text{mm}; L_{rb} = 570\text{mm}$  →  $V_{ext} = 14,8 \text{ m/min}$
  - LN3000 — LN500 — →  $L_{ra} = 3070\text{mm}; L_{rb} = 570\text{mm}$  →  $V_{ext} = 17,2 \text{ m/min}$
- 30 E' evidente che nella produzione di tubi di uguale lunghezza  $L_r$  per i tubi lunghi non si hanno significative penalizzazioni nel limite di velocità di

estrusione sostenibile.

Diversamente, nei tubi corti, ovverosia quelli di lunghezza nominale uguale inferiore a 1 metro, risultano forti penalizzazioni nella velocità di estrusione e nemmeno si riesce a saturare la capacità produttiva della

- 5 macchina bicchieratrice che, come già citato, può raggiungere per questo formato di tubo una produttività massima (Q) di 1200 bicchieri/ora.

Infatti, per i tubi di corta lunghezza di corta lunghezza si ha:

— LN150 — → Lr=150 +70 =220mm→ Vext = 4,2 m/min →

$$Q = (4,2 \times 60)/0,32 = 1145 \text{ bicch/ora}$$

10 — LN250 — → Lr=250 +70 =320mm→ Vext = 5,75 m/min →

$$Q = (5,75 \times 60)/0,32 = 1075 \text{ bicch/ora}$$

— LN500 — → Lr=500 +70 =570mm→ Vext = 8,9 m/min →

$$Q = (8,9 \times 60)/0,32 = 937 \text{ bicch/ora}$$

— LN1000 — → Lr=1000 +70 =1070mm→ Vext = 13,2 m/min →

15 Q = (13,2 \times 60)/0,32 = 740 bicch/ora

Nella produzione di due lunghezze di tubo alternate, con tubo corto alternato a tubo lungo, le velocità di estrusioni massime sostenibili sono superiori, ma rispetto alla corrispondente produzione di tubo di uguale e corta lunghezza, il numero di tubi corti bicchierati in 1 ora è notevolmente

20 inferiore, ma compensato da un numero uguale di tubi lunghi bicchierati.

Ad esempio

— LN2000 — LN250 — → Lra =2070mm ; Lrb=320mm → Vext = 14,1 m/min

25 Q = (14,1 \times 60)/(0,32+2,07) \times 2= 710 bicch/ora di cui 355 su tubo LN250 e 355 su tubo LN2000.

Le penalizzazioni più rilevanti si manifestano, di conseguenza, nelle produzioni di successioni di tubi con sequenze di tubi formate da un tubo lungo alternato a 2 o più tubi di corta lunghezza, in quanto il limite nella velocità di estrusione massima sostenibile è quello corrispondente alla 30 produzione di tubi in unica lunghezza uguale alla corta lunghezza.

In tali condizioni, il dispositivo di trasferimento dei tubi alla macchina

bicchieratrice diviene, a tutti gli effetti, il collo di bottiglia della linea di estrusione.

Secondo la tecnica nota, un ulteriore sistema adottato per incrementare la capacità di prelievo della macchina bicchieratrice, finalizzato a ridurre il tempo minimo di prelievo del tubo, è quello di configurare la macchina bicchieratrice con una ulteriore stazione di lavoro in modo da ripartire le fasi operative del prelievo del tubo in due stazioni: una prima stazione che distacca, arresta il tubo e provvede al suo spostamento traversale dalla linea di estrusione alla seconda stazione. Nella seconda stazione il tubo ricevuto viene collocato nella posizione di ingresso nelle successive stazioni di processo della bicchieratrice e si realizza lo spostamento trasversale del tubo nella successiva stazione di processo della macchina bicchieratrice.

In buona sostanza, vengono attuate in parallelo alcune fasi per consentire di aumentare la velocità di carico della macchina bicchieratrice.

Questa configurazione di bicchieratrice è, d'altro canto, molto più complessa e costosa rispetto a quelle descritte in precedenza, ed inoltre è caratterizzata da un elevato ingombro trasversale della macchina bicchieratrice (non sempre compatibile con gli spazi degli stabilimenti di produzione). Pertanto, questa soluzione non è sempre applicabile.

Scopo della presenta invenzione è quello di mettere a disposizione un apparato ed un metodo di distribuzione di spezzoni di tubi in materiale termoplastico verso la macchina bicchieratrice che consentano di risolvere gli inconvenienti sopra esposti.

Ulteriore scopo della presente invenzione è quello di mettere a disposizione un apparato ed un metodo di distribuzione di spezzoni di tubi in materiale termoplastico verso la macchina bicchieratrice che consentano di incrementare le prestazioni, in termini di produttività, della linea di estrusione.

Ancora un ulteriore scopo della presente invenzione è quello di mettere a disposizione un apparato ed un metodo di distribuzione di spezzoni di tubi

in materiale termoplastico verso la macchina bicchieratrice che sia particolarmente flessibile, ed in grado di distribuire alla macchina bicchieratrice anche sequenze di spezzoni di lunghezza diversa, a velocità di estrusione particolarmente elevate.

- 5    Le caratteristiche tecniche dell'invenzione sono chiaramente riscontrabili dal contenuto delle rivendicazioni sotto riportate, ed i vantaggi dello stesso risulteranno maggiormente evidenti nella descrizione dettagliata che segue, fatta con riferimento ai disegni allegati, che ne rappresentano una forma di realizzazione puramente esemplificativa e non limitativa, in cui:
  - 10 - la figura 1 illustra, in vista prospettica, un impianto di realizzazione di tubi in materiale termoplastico comprendente l'apparato di distribuzione oggetto dell'invenzione;
  - la figura 2 illustra, in alzata laterale, l'impianto di realizzazione di tubi in materiale termoplastico illustrato in figura 1;
  - 15 - la figura 3 illustra, in alzata laterale, una porzione dell'impianto di realizzazione di tubi in materiale termoplastico illustrato in figura 2;
  - le figure 4 e 5 illustrano, rispettivamente in alzata laterale e dall'alto, l'apparato di distribuzione oggetto della presente invenzione illustrato anche nelle precedenti figure 1-3;
  - 20 - le figure 6A, 6B, 6C illustrano, rispettivamente, in modo schematico l'accoppiamento delle estremità di due tubi secondo le tecniche di arte nota;
  - le figure 7 e 8 illustrano, in modo schematico, l'alimentazione della macchina bicchieratrice secondo tecniche di arte nota;
  - 25 - le figure 9 e 10 illustrano, in modo schematico, l'alimentazione della macchina bicchieratrice mediante l'apparato oggetto dell'invenzione, in differenti condizioni operative.
- Conformemente ai disegni allegati, è stato indicato con 1 un apparato di distribuzione di sequenze di tubi P in materiale termoplastico ad una macchina bicchieratrice 2 (nel seguito indicata anche semplicemente come bicchieratrice 2).

Ciascuna sequenza comprende almeno un primo P1, un secondo P2 ed un terzo tubo P3.

Si osservi che i tubi P di ciascuna sequenza S sono almeno in parte di lunghezze differenti, e che per ciascuna sequenza è previsto almeno un

- 5 tubo di lunghezza massima (ovvero un tubo lungo PL) ed almeno un tubo di lunghezza corta (tubo corto PC).

Si osservi altresì che ciascuna sequenza S si ripete nel tempo, sia come tipologia di tubi che come ordine, vale a dire se una sequenza è composta, nell'ordine temporale in cui arrivano all'apparato 1, di due tubi

- 10 corti PC e di un tubo lungo PL, in generale si presenteranno all'apparato 1 terne composte sempre, nell'ordine, di due tubi corti PC e di un tubo lungo PL.

L'apparato 1 comprende un convogliatore 3 di distribuzione di tubi in materiale termoplastico, definente un percorso 4 di convogliamento dei

- 15 tubi P.

Si osservi che, preferibilmente, il convogliatore 3 è un convogliatore a tappeto, e il percorso 4 di convogliamento dei tubi P è definito dalla superficie superiore, interessata dai tubi P ed atta a riscontrare i tubi P stessi.

- 20 Inoltre, l'apparato 1 comprende almeno un sensore 5 di rilevamento tubi, atto a rilevare la presenza di tubi P in una zona prestabilita di detto convogliatore 3. In pratica, il sensore 5 di rilevamento tubi è in grado di rilevare l'arrivo di un tubo in una prestabilita regione.

- 25 Secondo un altro aspetto, l'apparato 1 comprende una unità 6 di controllo ed azionamento, collegata al sensore 5 per ricevere un segnale di presenza tubi nella zona prestabilita ed al convogliatore 3 di distribuzione per azionarlo sulla base del segnale di presenza tubi.

Si osservi che l'unità 6 di controllo può essere di tipo distribuito oppure integrato, può comprendere elementi hardware o software di qualsivoglia natura.

Tale unità 6 di controllo può essere anche remota rispetto all'apparato 1,

oppure integrata in altre macchine non facenti parte dell'apparato 1, ad esempio in una macchina di taglio di tubi 12 oppure in una macchina bicchieratrice 2.

L'unità di controllo 6 è altresì configurata per azionare il convogliatore 3 di distribuzione, sulla base del segnale di presenza tubi, così da movimentare i tubi P lungo il percorso 4 di convogliamento a velocità Vd differente per i diversi tubi P della sequenza S.

Il convogliatore 3 è configurato come un canale di supporto e trascinamento dei tubi P tagliati nella direzione LE della linea di estrusione 10 e nel verso W del moto del tubo estruso.

Il convogliatore 3 è motorizzato e può essere di varia tipologia, ad esempio: nastro flessibile traslante, catenarie traslanti munite di tappi di presa in elastomero, rulli o ruote rotanti.

Nella descrizione dell'invenzione si farà riferimento ad un convogliatore 3 del tipo a nastro 25 flessibile, che sostiene il tubo P dal basso, e lo trascina lungo un percorso 4 di convogliamento.

Sono ricomprese nell'ambito di tutela forme di realizzazione alternative del convogliatore 3 come, ad esempio, quelle realizzate con ruote rotanti o cingoli di trascinamento che si impegnano nella parte alta del tubo 20 sostenuto e, secondo le quali, il tubo P è scorrevole su uno scivolo in lamiera o su rulli folli.

Secondo un altro aspetto, l'apparato comprende un canale 7 di alimentazione della macchina bicchieratrice 2 dotato di un organo di trasporto 8 dei tubi, disposto a valle del convogliatore 3 di distribuzione 25 per ricevere da esso i tubi P.

Preferibilmente, il convogliatore 3 è configurato così che una altezza Hd dell'asse 31 del tubo giacente nel percorso 4 di convogliamento è maggiore di una altezza Hc dell'asse 32 del tubo P giacente sul canale 7 di alimentazione ed inferiore ad una altezza di estrusione Hext dell'asse 30 31 del tubo P a monte del convogliatore 3,  
cioè  $Hc < Hd < Hext$ .

Il convogliatore 3 permette di distaccare e trasferire nel canale 7 di alimentazione della bicchieratrice 2 i tubi tagliati uscenti dalla macchina 12 taglierina uno per volta.

Il convogliatore 3 consente di generare, fra i tubi, un distacco  $\Delta W$  che 5 permette alla macchina bicchieratrice 2 di prelevare tutti i tubi P in arrivo nel canale di alimentazione 7 (per processarli correttamente).

Il convogliatore 3 è interposto tra il canale di alimentazione 7 della macchina bicchieratrice 2 ed il canale di uscita 15 degli spezzoni di tubi realizzati dalla macchina taglierina 12.

10 Il convogliatore 3 riceve i tubi dal canale di uscita 15 della macchina taglierina 12, tubi adiacenti tra di loro e in moto continuo con velocità di estrusione Vext.

Il convogliatore 3, tramite elementi di trascinamento 16 motorizzati, permette il trascinamento nella direzione della linea LE di estrusione dei 15 tubi P per trasferirli, uno per volta, nel canale 7 di alimentazione della macchina bicchieratrice 2.

Secondo un altro aspetto, il convogliatore 3 è configurato per convogliare un tubo P per volta della sequenza di tubi vale a dire che il percorso 4 di convogliamento è interessato da un tubo P alla volta.

20 Preferibilmente, la lunghezza Ld del percorso 4 di convogliamento del convogliatore 3 è superiore alla metà della lunghezza Lrmax del tubo di massima lunghezza della sequenza di tubi P.

Preferibilmente, la lunghezza Ld del percorso 4 del convogliatore 3 è superiore alla somma della lunghezza Lrmin del tubo di lunghezza minima 25 della sequenza di tubi P e di un distanziamento  $\Delta S$  fra i tubi nel canale di alimentazione calcolato come  $\Delta S = Vc \times tp$ , laddove Vc è la velocità di azionamento dell'organo di trasporto 8 del canale di alimentazione 7 (ovvero la velocità di convogliamento dei tubi sull'organo di trasporto 8) e tp è il tempo ciclo di prelievo di un tubo della macchina bicchieratrice 2 a 30 valle dell'apparato 1 (ovvero tempo ciclo di prelievo, fra un tubo ed il successivo).

Secondo un altro aspetto, la velocità  $V_d$  di movimentazione del tubo P sul convogliatore 3 in corrispondenza del percorso 4 di convogliamento di ciascun tubo P è superiore ad una velocità  $V_{ext}$  di estrusione del tubo P stesso, a monte dell'apparato 1 stesso.

- 5 Tale velocità  $V_{ext}$  di estrusione è la velocità di estrusione della macchina 11 di estrusione, che corrisponde sostanzialmente alla velocità di arrivo dei tubi P alla macchina 12 di taglio ed alla velocità di arrivo dei tubi P in corrispondenza dell'apparato 1.

Preferibilmente, la lunghezza  $L_d$  del percorso 4 di convogliamento del  
10 convogliatore 3 è inferiore alla lunghezza  $L_{rmax}$  del tubo TL di lunghezza massima della sequenza di tubi P.

Secondo un altro aspetto, l'unità 6 di controllo ed azionamento è configurata per calcolare le velocità di movimentazione del convogliatore 3, per movimentare il tubo P in corrispondenza del percorso 4, sulla base  
15 delle lunghezze e ordine di arrivo dei tubi P della sequenza di tubi.

In poche parole, note che siano la velocità di estrusione  $V_{ext}$  e l'attuale velocità di movimentazione  $V_d$ , l'unità 6 di controllo elabora il segnale ricevuto dal sensore 5 per determinare, rispetto al convogliatore 3, lo stato di posizione del tubo P in arrivo e del tubo che lo precede. Quindi l'unità 6  
20 di controllo determina la velocità  $V_d$  idonea a ciascun tubo P in arrivo della sequenza e, tramite l'azionamento, modifica la velocità di movimentazione  $V_d$  del convogliatore 3 a partire da quando il tubo P che precede il tubo in arrivo non è più trascinato dal distributore.

Secondo un altro aspetto, l'unità 6 di controllo ed azionamento è configurata per calcolare le velocità di movimentazione  $V_d$  del tubo sul convogliatore 3 (in corrispondenza del percorso 4) sulla base di una velocità di estrusione  $V_{ext}$ , vale a dire la velocità di estrusione del tubo da parte della macchina 11 di estrusione.

Tale velocità di estrusione  $V_{ext}$  corrisponde altresì alla velocità dei tubi a  
30 monte dell'apparato 1 stesso.

Secondo un altro aspetto, l'almeno un sensore 5 comprende almeno un

- primo sensore 5A di rilevamento tubi, disposto in ingresso al percorso 4 del convogliatore 3 (vale a dire in una zona di ingresso al convogliatore 3). Secondo un altro aspetto, l' almeno un sensore 5 comprende almeno un secondo sensore 5B di rilevamento tubi, disposto in uscita dal percorso 4
- 5 del convogliatore 3 (vale a dire in una zona di uscita al convogliatore 3). Secondo un altro aspetto, l' unità 6 di controllo ed azionamento è configurata per regolare la velocità del convogliatore 3 sulla base del segnale del primo sensore 5A e/o del secondo sensore 5B.
- Secondo un altro aspetto, l' unità 6 di controllo ed azionamento è
- 10 configurata per diminuire la velocità Vd del convogliatore 3 quando il secondo sensore 5B rileva la presenza di un tubo P, preferibilmente tale diminuzione di velocità avviene sulla base di una rampa di decelerazione.
- Secondo un altro aspetto, preferibilmente il primo sensore 5A ed il secondo sensore 5B sono fotocellule.
- 15 Preferibilmente, il primo sensore 5A viene collocato in modo che la sua barriera di intercettazione sia giacente nel piano di riferimento 19 che contraddistingue l'inizio del convogliatore 3.
- Il secondo sensore 5B viene collocato in modo che la sua barriera di intercettazione sia giacente nel piano di riferimento 20 che
- 20 contraddistingue la fine del convogliatore 3.
- La posizione in altezza dei sensori 5 deve essere tale che i fasci di intercettazione interferiscano con il tubo P tagliato che si trova tra i piani verticali 19 e 20 che delimitano il convogliatore 3.
- Il primo sensore 5A fornisce all' unità 6 di controllo l' informazione che il
- 25 tubo in fase di trasferimento sul convogliatore 3 è (completamente) in carico al convogliatore 3; ciò avviene non appena il fascio di intercettazione del primo sensore 5A non interferisce con (riscontra) il tubo che lo segue, cioè quando la coda del tubo in trasferimento sul convogliatore 3 supera il piano di riferimento 19 di inizio dell' apparato 1.
- 30 Il secondo sensore 5B fornisce all' unità 5 di controllo l' informazione che la testa del tubo P in fase di trasferimento verso la macchina bicchieratrice 2

ha raggiunto il piano di riferimento 20 di fine del convogliatore 3.

Il segnale del primo sensore 5A consente all'unità 6 di controllo di determinare il tempo, ovvero l'istante, in cui la velocità di trasferimento Vd del convogliatore 3 dovrà essere variata dal valore specifico per il tubo in

- 5 fase di trasferimento al valore di quello successivo in arrivo nel convogliatore 3 dal canale di uscita 15 della macchina taglierina.

Infatti, sono noti Vext, le diverse Vd, le diverse lunghezze dei tubi P e l'ordine dei tubi P nelle sequenze S in arrivo nel convogliatore 3 provenienti dalla macchina 12 taglierina.

- 10 L'unità 6 di controllo è quindi in grado di calcolare le velocità per ciascun tubo in gestione sul convogliatore 3.

Il segnale del secondo sensore 5B consente, invece, all'unità 6 di controllo di impostare la velocità del convogliatore 3 per realizzare una decelerazione del tubo P in trasferimento, dal convogliatore 3, al canale 7

- 15 di alimentazione della macchina 2 bicchieratrice.

Si osservi che la rampa di decelerazione è vantaggiosa per stabilizzare il movimento del tubo P nella fase transitoria di passaggio del tubo P dalla velocità di trascinamento Vd alla velocità di trascinamento più bassa Vc imposta dall'elemento di trascinamento 33 della canaletta di distacco 29.

- 20 Preferibilmente, l'apparato 1 comprende almeno un ulteriore sensore 36 atto a rilevare la posizione e/o velocità del nastro mobile 25 del convogliatore 3.

Tale sensore 36 è operativamente collegato all'unità di controllo 6, per trasmettere un segnale di posizione e/o velocità del nastro mobile 25 del convogliatore 3.

Preferibilmente, la presenza di un sensore 36 che misura (continuamente) la posizione e velocità del nastro mobile 25, e quindi la posizione e la velocità del tubo P trascinato, agevola il controllo automatico del convogliatore 3 (in particolare secondo un controllo ad anello chiuso).

- 25 Pertanto, il sensore 36 permette una migliore precisione di controllo della movimentazione del tubo sul convogliatore 3 e, conseguentemente, il

raggiungimento di prestazioni più elevate di produttività.

Il sensore 36 può essere integrato ad esempio nell'azionamento del convogliatore 3, oppure essere un sensore diverso, accoppiato al convogliatore 3, ad esempio un encoder angolare a ruota, con la ruota

5 encoder in contatto e trascinata dal nastro flessibile 25.

Secondo un altro aspetto, l'apparato 1 comprende ulteriormente una memoria, collegata all'unità 6 di controllo ed azionamento, e configurata per memorizzare valori di lunghezza dei tubi della sequenza di tubi e l'ordine di arrivo (in associazione con la lunghezza dei tubi), in corrispondenza del convogliatore 3 di distribuzione, di detti tubi della sequenza di tubi.

Si osservi inoltre che, preferibilmente, l'apparato 1 comprende una interfaccia utente, configurata per consentire di impostare almeno i valori di lunghezza dei tubi della sequenza di tubi e l'ordine di arrivo (in associazione con la lunghezza dei tubi).

Verranno ora descritti, in modo più specifico, alcuni aspetti dell'apparato 1 oggetto dell'invenzione.

La velocità di trascinamento (Vd) imposta dall'apparato 1 ai tubi P assume valori variabili, cioè differenti per ciascun tubo, e comunque superiori alla velocità di estrusione Vext.

Infatti, le diverse velocità di trascinamento dei differenti tubi sull'apparato 1 Vd saranno sempre maggiori della velocità di estrusione Vext e saranno tali da trasferire i tubi tagliati nel canale 7 di alimentazione della macchina 2 bicchieratrice uno per volta.

25 L'apparato 1 trova conveniente applicazione nelle produzioni di successioni di tubi formate da uguali sequenze di tubi che si ripetono con continuità; sequenze composte da più di due tubi di diversa lunghezza.

In tali circostanze, per ogni singolo tubo della sequenza, l'apparato 1 calcola una velocità Vd di azionamento del convogliatore 3

30 (corrispondente, nel caso specifico illustrato, alla velocità di movimentazione del tubo P lungo il percorso 4) diversa tra i diversi tubi

della stessa sequenza, ma uguale per i corrispondenti tubi di ogni sequenza S della successione dei tubi in produzione.

Quindi, l'apparato 1 realizza un ciclo di velocità Vd che si ripete ad ogni sequenza S della successione di tubi.

- 5 In certe circostanze particolari, alcuni dei valori del ciclo di velocità Vd specifico della sequenza possono essere uguali (ovvero tubi di una medesima sequenza possono avere velocità uguali), ma in generale il ciclo di velocità è composto da tanti valori di velocità quanto sono i tubi della sequenza con due o più valori diversi di velocità.
- 10 Pertanto, nella specifica forma di realizzazione illustrata, il convogliatore 3 comprende una motorizzazione 17 che consente la variazione di velocità Vd del convogliatore 3.

Inoltre, il convogliatore 3 comprende un nastro 25, flessibile, che definisce nella sua porzione il citato percorso 4 di convogliamento.

- 15 Ad esempio, la motorizzazione 17 può essere un motore elettrico, preferibilmente di tipo asincrono controllato da inverter, oppure un servomotore di tipo Brushless preferibilmente equipaggiato con trasduttore elettronico 18 di misura dei giri dell'albero motore nel tempo.

Il convogliatore 3 è dotato di due piani di riferimento 19 e 20 perpendicolari alla direzione di trascinamento dei tubi in carico all'apparato 1.

Tali piani 19,20 delimitano, rispettivamente, l'inizio e la fine del convogliatore 3 stesso nella sua lunghezza utile Ld ed effettiva di trascinamento del tubo P.

- 25 La distanza orizzontale tra i due piani di riferimento 19,20 definisce la lunghezza Ld dell'apparato 1.

Nella configurazione esemplificativa raffigurata, i piani 19,20 corrispondono a quelli che contengono gli assi orizzontali 21 e 22 dei rulli di estremità 23 e 24 sopra i quali si avvolge il nastro 25.

- 30 La distanza orizzontale tra i due assi 21 e 22 definisce la lunghezza dell'apparato 1 Ld.

Per agevolare la descrizione del funzionamento dell'apparato 1 e si assumono coincidenti il piano di riferimento 19 di inizio del convogliatore 3 con un piano 26 che delimita la fine dello scivolo di sostegno 27 della macchina taglierina 11, a monte dell'apparato 1 stesso ed inoltre si

- 5 considerano coincidenti il piano di riferimento 20 di fine del convogliatore 3 con il piano 28 di inizio della canaletta di distacco 29.

La direzione rettilinea di trascinamento del tubo del convogliatore 3 coincide con l'asse di estrusione (della macchina di estrusione 11) a meno della quota sul piano verticale.

- 10 In particolare, con riferimento all'asse longitudinale 30 del tubo trascinato dal convogliatore 3, la quota in altezza dell'asse del tubo trascinato Hd è inferiore alla corrispondente quota dell'asse di estrusione Hext, quindi inferiore all'asse longitudinale 31 dei tubi uscenti dalla macchina taglierina 12.

- 15 Per contro, la quota in altezza Hd è superiore alla quota verticale Hc dell'asse 32 del tubo quando movimentato dai dispositivi di trascinamento (33,34) tubi del canale 7 di alimentazione della macchina bicchieratrice 2.

Si osservi che, preferibilmente, il convogliatore 3 è dotato di mezzi di regolazione in altezza 35, tramite i quali è possibile regolare l'altezza del

- 20 nastro 25 del convogliatore 3, in modo che la quota Hd rispetti la seguente relazione:

$$Hc < Hd < Hext$$

In questa condizione di regolazione, il tubo tagliato P viene preso effettivamente in carico dal convogliatore 3 quando il baricentro del tubo

- 25 P, ovverosia la mezzeria del tubo, supera lo scivolo di sostegno 27 dei tubi uscenti dalla macchina taglierina 12, quindi quando oltrepassa il piano verticale 19 di inizio del convogliatore 3.

Si consideri che, per effetto del peso proprio del tubo P, l'estremità del tubo P (testa del tubo P) cade e si appoggia nel settore trascinante del convogliatore 3.

Allo stesso modo il tubo P trasferito dall'apparato 1 viene preso

effettivamente in carico dal dispositivo di trascinamento 33 della canaletta di distacco 29 della macchina bicchieratrice 2 quando la sua mezzeria oltrepassa il piano verticale 20 di fine del convogliatore 3, in quanto il baricentro del tubo ricade nell'elemento di trascinamento 33 della 5 canaletta distacco 29 della macchina bicchieratrice 12.

Si indica con  $Lrmin$  la lunghezza di tubo più corto PC e  $Lrmax$  la lunghezza di tubo più lungo PL atti ad essere gestiti dall'apparato 1.

La macchina bicchieratrice 2 è contraddistinta da un tempo di prelievo del tubo  $tp$  (tempo di prelievo fra un tubo P ed un altro) e da una velocità di 10 trascinamento del tubo nel canale 7 di alimentazione VC, perciò è definito il parametro  $\Delta S = Vc \times tp$ .

L'apparato 1, per garantire un funzionamento della macchina bicchieratrice 2, deve realizzare un distacco  $\Delta W$  tra ciascun tubo ed il successivo sul canale 7 di alimentazione della macchina 2 bicchieratrice 15 con  $\Delta W \geq \Delta S$ .

Secondo un aspetto, la lunghezza  $Ld$  del convogliatore 3 (come definita in precedenza) deve essere maggiore del valore  $\Delta S + Lrmin$ .

Contemporaneamente, affinché anche il tubo più lungo della gamma sia processabile dall'apparato 1, il valore di  $Ld$  deve essere maggiore di 20  $Lrmax/2$ .

Con riferimento alle produzioni di tubi a cui l'apparato 1 è applicabile, quindi con produzioni di successioni di tubi P formati da sequenze S di tubi P che si ripetono uguali con continuità, composte da  $p$  tubi con  $p \geq 3$  contraddistinti da  $q$  diversi valori di lunghezza con  $q \geq 2$ , le caratteristiche 25 peculiari dell'apparato 1 sono riassunte con l'insieme delle seguenti condizioni e relazioni:

- Trascinamento di un solo tubo per volta sul convogliatore 3;
- $Hc < Hd < Hext$ ;
- $Ld > \Delta S + Lrmin$ ;
- $Ld > Lrmax/2$ ;
- $Vd > Vext$ ;

- ciclo delle velocità Vd che si ripete ad ogni sequenza della successione di tubi, composto da valori specifici per ogni tubo della sequenza con 2 o più valori diversi di velocità.

Si osserva che l'apparato 1 trascina e trasferisce nel canale 7 di 5 alimentazione della macchina 2 bicchieratrice un solo tubo P tagliato alla volta uscente dalla macchina taglierina 12.

Vantaggiosamente, per non rendere necessarie velocità Vd troppo alte, quindi rendere inutilmente complesso, ingombrante e costoso l'apparato 1, è preferibile limitare la lunghezza Ld dell'apparato 1 a valori non superiori 10 a Lrmax, quindi è vantaggiosamente conveniente rispettare la relazione:

$$Ld < Lrmax.$$

L'apparato 1 è particolarmente efficace nelle produzioni continue di sequenze S di tubi formate da sequenze S di spezzoni di tubo composte da due o più tubi corti di lunghezza Lrb e un tubo lungo Lra, dove la 15 lunghezza Lrb è minore della lunghezza Lra (con Lra= lunghezza del tubo lungo PL, Lrb=lunghezza del tubo corto PC).

Seguendo, negli esempi di seguito, il verso W del moto di estrusione, se n è il numero dei tubi corti della sequenza S, Lrb1 è il primo tubo corto della sequenza, mentre Lrbn è l'ultimo tubo corto che precede il tubo lungo Lra 20 della sequenza.

Le successioni S di tubi P di seguito sono rappresentate con semplice simbologia in cui la composizione della sequenza S è quella tra parentesi quadra e il verso del moto di estrusione è quello che va da sinistra verso destra.

25 ....[Lra — Lrbn—... — Lrb1] — [Lra — Lrbn—... — Lrb1] — [Lra — Lrbn—... —Lrb1] ..

Se 1 è il numero dei tubi corti della sequenza (cioè n=1), la successione dei tubi coincide con la condizione di produzione di tubo lungo Lra alternato a tubo corto Lrb:

30 ....[Lra — Lrb] — [Lra— Lrb] — [Lra— Lrb] .....

Se 2 è il numero dei tubi corti (cioè n=2) si ha:

... [Lra – Lrb2 –Lrb1] – [Lra – Lrb2 –Lrb1] – [Lra – Lrb2 –Lrb1] –....

Se 3 è il numero dei tubi corti della sequenza (cioè n=3) si ha:

.... [Lra – Lrb3 – Lrb2 –Lrb1] – [Lra – Lrb3 – Lrb2 –Lrb1] – [Lra – Lrb3 – Lrb2 –Lrb1]....

- 5 Come già descritto, caratteristica funzionale dell'apparato 1 è che ad ogni singolo tubo della sequenza l'apparato 1 impone una velocità di trascinamento Vd (velocità del convogliatore 3) diversa tra i diversi tubi della sequenza S, ma uguale per i corrispondenti tubi P di ogni sequenza S della successione dei tubi P in produzione.
- 10 Quindi il ciclo delle velocità Vd sarà: Vdb1.,, Vdbn, Vda.,, con ciclo che si ripete ad ogni sequenza S di tubi P.  
L'apparato 1, per mezzo dell'unità 6 di controllo, determina ed impone al convogliatore 3 il ciclo delle velocità Vd.  
Si osservi che le velocità Vd sono, preferibilmente, calcolate sulla base dei dati di processo trasferiti dall'unità elettronica di governo della macchina 12 taglierina quali: velocità di estrusione, lunghezze e ordine dei tubi nelle sequenze in arrivo nell'apparato 1.
- 15 Come già esposto in precedenza, l'apparato 1 è vantaggioso nella produzione di tubi P con sequenze S, ripetute ed identiche, di tubi di lunghezza (Lra, Lrb) differente.  
Si osservi però che nelle produzioni di tubo P bicchierato dove l'apparato 1 non trova vantaggioso impiego per incrementare le prestazioni, come nelle produzioni di tubi P di uguale lunghezza o di tubi P aventi due diverse lunghezze alternate (cioè tubo corto tubo lungo alternati), non vi è
- 20 necessità di rimuovere l'apparato 1 o di arrestarlo ma è vantaggioso far funzionare il convogliatore 3 come segue, ovvero secondo la seguente impostazione di funzionamento.  
Secondo l'impostazione di funzionamento sopra citata, è possibile posizionare il convogliatore in altezza in modo che Hd = Hext e regolare il convogliatore 3 in velocità Vd per realizzare un moto dell'elemento trascinante a velocità costante di estrusione del tubo Vd = Vext.

In questa condizione di impostazione di funzionamento, l'apparato 1 accompagna verso il canale 7 di alimentazione della macchina 2 bicchieratrice i tubi tagliati uscenti dalla macchina taglierina 12, non alterandone la velocità.

- 5    Tale modalità di utilizzo elimina inconvenienti di scomposizione accidentale della successione degli spezzoni di tubo uscenti dalla macchina taglierina 12; Infatti, gli spezzoni di tubo P, se non sono accompagnati, si spingerebbero l'uno con l'altro prima di essere distaccati nel canale 7 di alimentazione della macchina bicchieratrice 2.
- 10    Mantenere fermo il nastro flessibile 25 del convogliatore 3 e quindi utilizzarlo come semplice supporto di guida dei tubi P tagliati in moto alla velocità di estrusione Vext non è conveniente, in quanto il nastro esercita sui tubi una azione di attrito che non favorisce il regolare scorrimento dei tubi tagliati verso la macchina bicchieratrice 2; di conseguenza si
- 15    determinerebbe fra l'altro anche una usura del nastro 25 stesso.

Secondo un altro aspetto, resta altresì definito un impianto 100 di realizzazione di tubi in materiale termoplastico, comprendente:

- una macchina 11 di estrusione di un tubo termoplastico, operante ad una prestabilita velocità di estrusione Vext;
- 20    - una macchina 12 di taglio di tubi in materiale termoplastico atta a tagliare il tubo estruso dalla macchina 11 di estrusione in spezzoni di tubo;
- una macchina bicchieratrice 2, atta a formare un bicchiere su una estremità di detti spezzoni di tubo tagliati;
- 25    - un apparato 1 di distribuzione dei tubi secondo quanto descritto in precedenza, interposto fra la macchina 12 di taglio e la macchina 2 bicchieratrice, per distribuire i tubi in arrivo dalla macchina 12 di taglio alla macchina 2 bicchieratrice.

Secondo un altro aspetto, resta anche definito un metodo di distribuzione di tubi P in materiale termoplastico ad una macchina 2 bicchieratrice, comprendente le seguenti fasi:

- predisporre un convogliatore 3 di distribuzione di tubi P in materiale termoplastico, definente un percorso 4 di convogliamento dei tubi P;
- predisporre almeno un sensore 5 di rilevamento tubi P, atto a rilevare la presenza di tubi P in una zona prestabilita di detto convogliatore 3
- 5 (preferibilmente una zona di ingresso);
- alimentare al convogliatore 3 una pluralità di sequenze identiche prestabilite di tubi P, con ciascuna composta, nell'ordine di arrivo, da  $n \geq 2$  tubi di uguale lunghezza minima (PC) e da un tubo di lunghezza massima (PL),
- 10 - regolare la velocità del convogliatore 3 sulla base del segnale del sensore 5, rappresentativo della presenza di un tubo nella prestabilita zona, e della tipologia di tubo della sequenza, così da movimentare il convogliatore 3 a velocità differenti per tubi P differenti di ogni sequenza S, con dette velocità essendo tutte superiori alla velocità Vext di arrivo,
- 15 ovvero di estrusione, di detti tubi in corrispondenza del convogliatore 3 e con dette velocità essendo uguali per medesimi tubi (P) di sequenze S differenti ovvero per tubi aventi un medesimo ordine di arrivo e lunghezza di sequenze S differenti.

Secondo un altro aspetto, per sequenze formate, in ordine di arrivo, da  $n \geq 2$  tubi di uguale lunghezza minima Lrb e un tubo di lunghezza massima Lra, preferibilmente e vantaggiosamente la velocità è regolata in accordo con le seguenti relazioni:

- la velocità del primo tubo di lunghezza minima Vdb1 della sequenza è maggiore della velocità Vda del tubo di lunghezza massima della sequenza, cioè  $Vdb1 > Vda$ ;
- la velocità Vdbi dell'i-esimo tubo di lunghezza minima è maggiore della velocità Vdbi+1 del i-esimo+1 tubo di lunghezza minima, cioè  $Vdbi > Vdbi+1$  con  $i=1...n-1$ .

Si osservi che con i si intende l'ordine di arrivo dei tubi corti all'apparato 1.

30 Si osservi che, secondo il metodo proposto, la velocità dei tubi P di lunghezza minima (tubi corti) successivi al primo è via via decrescente,

mentre la velocità del primo tubo di lunghezza minima (tubo corto) è maggiore di quella del tubo di lunghezza massima (tubo lungo).

Secondo un altro aspetto, il metodo comprende altresì:

- una fase di predisporre un canale 7 di alimentazione della macchina
- 5    bicchieratrice 2, disposto a valle del convogliatore 3 di distribuzione per ricevere da esso i tubi P,
- una fase di trasferire detti tubi P dal convogliatore 3 al canale 7 di alimentazione,
- ed una fase di prelevare un tubo alla volta dal canale 7 di alimentazione
- 10    dei tubi P e disporlo in corrispondenza di una prima stazione di lavoro della macchina bicchieratrice 2.

Secondo un aspetto, dette velocità  $V_d$  dei tubi P sono determinate così da avere fra i tubi P, al termine del percorso 4, un distanziamento  $\Delta W$  maggiore o uguale del prodotto fra la velocità  $V_c$  di convogliamento dei

15    tubi P sull'organo di trasporto 8 dei tubi P ed il tempo  $t_p$  ciclo di prelievo dei tubi P (tempo ciclo  $t_p$  corrispondente al prelievo fra un tubo ed un altro da parte della macchina bicchieratrice 2), cioè:

$$\Delta W \geq \Delta S$$

Laddove  $\Delta S = V_c \times t_p$ .

- 20    In questo modo, viene garantito che la macchina bicchieratrice 2 possa operare in condizioni ottimali, vale a dire massimizzando la sua produttività così come la produttività complessiva dell'impianto per la sequenza di tubi P in lavorazione.

Secondo un altro aspetto, la velocità  $V_{db1}$  del primo tubo di lunghezza

25    minima corrisponde alla massima velocità sostenibile dal convogliatore 3.

In buona sostanza, secondo questo aspetto, la velocità  $V_{db1}$  del primo tubo di lunghezza minima viene imposta sostanzialmente uguale alla massima velocità (condizione di massima prestazione) del convogliatore 3.

- 30    Secondo un altro aspetto, il metodo comprende le fasi di:  
- estrudere, mediante una macchina di estrusione 11, un tubo in materiale

termoplastico ad una velocità di estrusione  $V_{ext}$  ed alimentare detto tubo ad una macchina di taglio 12 per suddividere detto tubo estruso in singoli tubi P aventi ciascuno una prima ed una seconda estremità;

- attuare tutte le fasi di cui al metodo di distribuzione di tubi P in materiale

- 5 termoplastico ad una macchina 2 bicchieratrice.

Verranno ora descritti, con maggiore perizia di dettagli, alcuni aspetti della metodologia esposta in premessa.

Data una produzione in estrusione di una successione di tubi P formata da sequenze composte, nell'ordine di arrivo, da  $n \geq 2$  tubi corti di lunghezza

- 10  $L_{rb}$  e un tubo lungo di lunghezza  $L_{ra}$  tale che  $L_{ra} > L_{rb}$ , quale (con verso del moto di estrusione da sinistra a destra)

$\dots [L_{ra} - L_{rbn} - \dots - L_{rb1}] - [L_{ra} - L_{rbn} - \dots - L_{rb1}] - [L_{ra} - L_{rbn} - \dots - L_{rb1}] \dots$

e indicate con:

- 15  $V_{db1}$  velocità di trascinamento del primo tubo corto PC della sequenza S;  
 $V_{da}$  velocità di trascinamento del tubo lungo PL della sequenza S;

$V_{dbi}$  velocità di trascinamento del i-esimo tubo corto PC della sequenza S;

$V_{dbn}$  velocità di trascinamento dell'ultimo tubo corto PC della sequenza S;

si evidenzia che, secondo il metodo di taglio, per realizzare nel canale di

- 20 alimentazione della macchina bicchieratrice 12 distacchi tra i tubi  $\Delta W \geq \Delta S$ , la velocità di trascinamento  $V_{db1}$  imposta al primo tubo corto PC della sequenza S deve essere la più alta di quelle imposte agli altri tubi (corti PC e lungo PL) della sequenza S, e quindi in generale vale la seguente condizione:

- 25  $V_{db1} > V_{da} \text{ e } V_{dbi} > V_{dbi+1} \text{ con } i=1 \dots (n-1)$ .

Per rendere meno laboriosa l'attività sperimentale di determinazione dei valori di  $V_d$  ottimali per una sequenza di tubi in lavorazione, è conveniente considerare come primo riferimento valori di  $V_d$  teorici ottenuti tramite algoritmi matematici.

- 30 Si osservi quindi che l'unità 6 di controllo può essere, vantaggiosamente, configurata per eseguire una o più delle metodologie di calcolo di seguito

descritte.

Infatti, un altro vantaggio dell'apparato 1 oggetto dell'invenzione è quello di determinare, mediante algoritmi o formule matematiche, valori di Vd teorici ottimali assunti come noti alcuni parametri e la sequenza dei tubi

5 (ordini e lunghezze).

L'algoritmo per il calcolo delle velocità Vd impone la condizione per la funzionalità del convogliatore 3 quale  $\Delta W \geq \Delta S$ ; in particolare nella condizione limite, ottimale per le prestazioni di produttività,  $\Delta W = \Delta S$

Di rilevante interesse è l'algoritmo che permette la determinazione delle  
10 diverse Vd associate ad ogni tubo P formante la sequenza S della successione dei tubi P del processo di estrusione quando la sequenza è composta, nell'ordine di arrivo, da n tubi corti di lunghezza Lrb e un tubo lungo di lunghezza Lra (con  $Lra > Lrb$ ) quale:

15 ...[Lra — Lrbn — ...—Lrb1] — [Lra — Lrbn — ...—Lrb1] — [Lra — Lrbn —  
....—Lrb1] ....

Infatti, per produzioni di successioni di tubi P in sequenze S composte da n tubi corti Lrb e da un tubo lungo Lra, nella configurazione costruttiva e funzionale dell'apparato 1 prima descritto (con moto dei tubi a velocità uniforme di estrusione Vext) considerando la condizione ottimale per tutti i  
20 tubi di distacco  $\Delta W = \Delta S$ , nonché la condizione di trasporto di un tubo alla volta sul convogliatore 3, si dimostra che Vext, Vda e Vdbi con  $i=1---n$  sono relazionate dal seguente sistema (K) di equazioni lineari

$$(K): \left\{ \begin{array}{l} \left( \Delta S + \frac{Lrb}{2} + \frac{Lra}{2} \right) \frac{1}{Vc} + \frac{L_D}{V_{D_{a}}} = \left( \frac{Lrb}{2} + \frac{Lra}{2} \right) \frac{1}{V_{ext}} + \frac{L_D}{V_{D_{b1}}} \\ \\ \left( \Delta S + \frac{Lrb}{2} + \frac{Lra}{2} \right) \frac{1}{Vc} + \frac{L_D}{V_{D_{bn}}} = \left( \frac{Lrb}{2} + \frac{Lra}{2} \right) \frac{1}{V_{ext}} + \frac{L_D}{V_{D_a}} \\ \\ \left( \Delta S + Lrb \right) \frac{1}{Vc} + \frac{L_D}{V_{D_{bi}}} = \frac{Lrb}{V_{ext}} + \frac{L_D}{V_{D_{bi+1}}} \text{ dove } i = 1, \dots, (n-1) \\ \\ V_{D_{bn-1}} = \frac{L_D}{L_{rb}} V_{ext} \end{array} \right.$$

Laddove:

- Vext è la velocità di estrusione, corrispondente alla velocità di ingresso del tubo in corrispondenza del convogliatore 3 ovvero alla velocità di estrusione della macchina 11 di estrusione dei tubi P;
- 5 Lrb è la lunghezza dei tubi di lunghezza minima (tubi corti);
- Lra è la lunghezza del tubo di lunghezza massima (tubo lungo);
- Vc è la velocità Vc di convogliamento dei tubi P sull'organo di trasporto 8 dei tubi P ovvero nel canale 7 di alimentazione;
- 10 Ld è la lunghezza del percorso 4 del convogliatore, attiva in convogliamento sui tubi P;
- Vda è la velocità del convogliatore 3 per il tubo di lunghezza massima;
- Vdb1 è la velocità del convogliatore 3 per il primo tubo di lunghezza minima;
- 15 Vdbn è la velocità del convogliatore 3 per l'ultimo tubo di lunghezza minima;
- n è l'n-esimo tubo di lunghezza minima;
- Vdbi è la velocità del convogliatore 3 per l'i-esimo tubo di lunghezza minima;
- 20  $\Delta S = Vc \times tp$  laddove tp è il tempo ciclo di prelievo dei tubi P da parte della macchina bicchieratrice 2.
- Secondo un altro aspetto, la fase di regolare la velocità del convogliatore 3

- sulla base del segnale del sensore 5, rappresentativo della presenza di un tubo nella prestabilita zona, e della tipologia di tubo della sequenza, nel caso in cui la sequenza di tubi P sia composta, nell'ordine di arrivo, da un numero prestabilito  $n \geq 2$  di tubi di lunghezza minima  $Lrb$  e un tubo di
- 5 lunghezza massima  $Lra$  comprende una fase di determinare le velocità di ciascun tubo della sequenza sulla base della soluzione del precedente sistema (K) di equazioni lineari.
- Invece, la seguente relazione (K.1) esprime la relazione di distacco del tubo primo tubo corto (P1, PC) della sequenza S dal tubo lungo PL della
- 10 sequenza S precedente.

$$(K.1) \quad \left( \Delta S + \frac{Lrb}{2} + \frac{Lra}{2} \right) \frac{1}{Vc} + \frac{L_D}{V_{Da}} = \left( \frac{Lrb}{2} + \frac{Lra}{2} \right) \frac{1}{V_{ext}} + \frac{L_D}{V_{Db1}}$$

- La seguente relazione (K.2) esprime la relazione di distacco tra l'ultimo
- 15 tubo corto PC della sequenza S e il tubo lungo PL della stessa sequenza S.

$$(K.2) \quad \left( \Delta S + \frac{Lrb}{2} + \frac{Lra}{2} \right) \frac{1}{Vc} + \frac{L_D}{V_{Dbn}} = \left( \frac{Lrb}{2} + \frac{Lra}{2} \right) \frac{1}{V_{ext}} + \frac{L_D}{V_{Da}}$$

- 20 La seguente relazione (K.3) esprime la relazione di distacco tra l'i-esimo tubo corto PC della sequenza S e l'i+1 esimo tubo corto PC della stessa sequenza S.

$$(K.3) \quad (\Delta S + Lrb) \frac{1}{Vc} + \frac{L_D}{V_{Dbi}} = \frac{Lrb}{V_{ext}} + \frac{L_D}{V_{Dbi+1}} \quad \text{dove } i = 1, \dots, (n - 1)$$

25

La seguente relazione (K.4) esprime la condizione di trascinamento di un tubo P per volta - corrispondente alla condizione ottimale di trascinamento - tra l'ultimo tubo corto PC della sequenza S proveniente dal canale 15 di uscita della macchina taglierina 12 a velocità Vext ed il penultimo tubo

corto PC della sequenza S trascinato a velocità V<sub>dbn-1</sub>.

$$(K.4) \quad V_{Dbn-1} = \frac{L_D}{L_{rb}} V_{ext}$$

- 5 Risolvendo il sistema (K) limitato alle equazioni (K.1), (K.2) e (K.3) si ricava un valore della velocità di estrusione V<sub>ext</sub> corrispondente alla massima velocità di estrusione realizzabile affinché  $\Delta W = \Delta S$ , ovverosia la massima velocità di estrusione teorica sostenibile per consentire alla macchina bicchieratrice 2 di prelevare tutti i tubi P della successione S di 10 tubi in estrusione.

Nella pratica, è proprio questa condizione ( $\Delta W = \Delta S$  con massima velocità di estrusione) la più interessante e vantaggiosa, perché la più profittevole, per massimizzare la resa economica del processo di produzione dei tubi.

- 15 Infatti, è questa condizione che permette di incrementare la capacità di produzione di tubi bicchierati PC di lunghezza corta con elevate velocità di estrusione.

La velocità di estrusione V<sub>ext</sub> determinata in questo modo si correla ai parametri: V<sub>c</sub>,  $\Delta S$ , L<sub>ra</sub> e L<sub>rb</sub>.

Quindi  $V_{ext} = V_{ext} (V_c, \Delta S, L_{ra}, L_{rb})$ .

- 20 In particolare, ad esempio,

per n=2, si ottiene:

$$(q4) \quad V_{ext} = V_c \frac{L_{ra} + 2L_{rb}}{2\left(\Delta S + \frac{L_{ra}}{2} + \frac{L_{rb}}{2}\right) + (\Delta S + L_{rb})}$$

e per n=3 si ottiene:

$$25 \quad (q5) \quad V_{ext} = V_c \frac{\frac{L_{ra}}{2} + \frac{3L_{rb}}{2}}{\left(\Delta S + \frac{L_{ra}}{2} + \frac{L_{rb}}{2}\right) + (\Delta S + L_{rb})}$$

Determinata la V<sub>ext</sub>, le velocità ottimali V<sub>d</sub> del convogliatore 3

dell'apparato 1 per ogni tubo P della sequenza S rimangono ancora indeterminate, ma diventano determinabili considerando anche la condizione (K.4).

Pertanto, l'unità 6 di controllo può determinare dette velocità Vd per

5 ciascun tubo P.

Secondo un altro aspetto, per una sequenza composta, nell'ordine di arrivo, da due tubi di lunghezza minima (Lrb) e un tubo di lunghezza massima (Lra), come illustrato nella figura 9, è prevista una fase di determinare una massima velocità di estrusione Vext, corrispondente alla

10 velocità di ingresso del tubo in corrispondenza del percorso 4 del convogliatore 3, secondo la relazione q4.

Invece, per una sequenza composta, nell'ordine di arrivo, da tre tubi di lunghezza minima (Lrb) e un tubo di lunghezza massima (Lra), come illustrato in figura 10, è prevista una fase di determinare una massima

15 velocità di estrusione, secondo la relazione q5.

Risolvendo il sistema (K), completo di tutte le equazioni, si determinano le velocità di distacco (ovvero le velocità del convogliatore 3) Vdbi con i=1...n e Vda.

La soluzione Vdbi con i=1...n e Vda permette di assicurare la presa in carico nell'apparato di un tubo alla volta in condizione di limite di funzionalità, e corrisponde a distanziamenti tra i tubi nel canale di alimentazione della bicchieratrice  $\Delta W = \Delta S$ .

L'algoritmo (K), sviluppato con le citate condizioni, è coerente con la condizione necessaria per realizzare nel canale 7 di alimentazione

25 distacchi tra i tubi  $\Delta W \geq \Delta S$  ovverosia:

$Vdrb_1 > Vda$  e  $Vdrb_i > Vdrb_{i+1}$  con  $i=1\dots(n-1)$ .

Quindi, si ribadisce ancora che tra tutte le velocità di distacco Vd del ciclo di velocità dell'apparato 1, quella relativa al primo tubo corto della sequenza è la più alta.

30 La soluzione del sistema (K), in termini di velocità teoriche Vext, Vdbi con i=1...n e Vda, si prospetta un significativo riferimento di selezione della

velocità di estrusione  $V_{ext}$  dell'impianto 100 di produzione e delle velocità di trascinamento  $V_d$  del convogliatore 3 solo se la  $V_{ext}$  che si ricava come soluzione del sistema (K) è sostenibile dall'impianto di produzione (ovvero compatibile con la macchina di estrusione 11 e la macchina di taglio 12) e

- 5 solo se le velocità di trascinamento,  $V_{dbi}$  con  $i=1....n$  e  $V_{da}$ , non superano la velocità di trascinamento massima che riesce a realizzare l'apparato 1.

Conseguentemente, detta  $V_{ext\_max}$  la velocità massima di estrusione sostenibile dalla linea di estrusione e detta  $V_d\_max$  la velocità massima sostenibile dal apparato 1, è necessario confrontare i valori limite  $V_{ext\_max}$  e  $V_d\_max$  con i valori teorici  $V_{ext}$  e  $V_{db1}$  determinati come soluzione del sistema (K) e considerare diversi casi come di seguito descritto.

Caso (a)

- 15 Se  $V_{db1} < V_d\_max$  e  $V_{ext} < V_{ext\_max}$ , i valori delle diverse velocità teoriche di trascinamento  $V_d$  sono un significativo riferimento ma, per operare con margine di sicurezza di funzionalità, è preferibile considerare un valore superiore di  $V_{db1}$  rispetto al valore determinato con il sistema (K) di equazioni lineari, convenientemente anche  $V_{db1} = V_d\_max$ , quindi 20 ricalcolare le altre velocità  $V_{dbi}$  con  $i=2....n$  e  $V_{da}$  tramite le equazioni (K.1) e (K.3) dove  $V_{db1}$  è assunto come un parametro noto.

Caso (b)

- Se  $V_{db1} > V_d\_max$ , i valori di queste velocità teoriche  $V_d$  di trascinamento non sono significativi. Conseguentemente, si assume come parametro 25 noto un valore di  $V_{db1} \leq V_d\_max$  e si determinano valori di  $V_{ext}$ ,  $V_{dbi}$  con  $i=2....n$  e  $V_{da}$  attraverso la risoluzione del sistema formato dalle equazioni (K.1), (K.3) e (K.4).

Caso (c)

- Se  $V_{db1} < V_d\_max$ , e  $V_{ext} > V_{ext\_max}$ , la velocità di estrusione 30 determinata dalla soluzione del sistema (K) non è sostenibile dalla macchina di estrusione 11 ovvero più in generale dall'impianto 100 di

produzione.

Conseguentemente, i valori di  $V_{da}$  e  $V_{dbi}$  con  $i=1\dots n$  sono ricalcolati come soluzione del sistema formato dalle equazioni (K.1), (K.3) e (K.4) imponendo come noto il parametro  $V_{ext} = V_{ext\_max}$ . I valori teorici di

- 5 queste velocità di trascinamento sono un significativo riferimento per selezionare valori pratici operativi anche se la velocità di estrusione operativa sarà, necessariamente, inferiore a quella teorica ottimale determinata attraverso la risoluzione del sistema di equazioni (K).

Per operare con un certo margine di sicurezza, è preferibile considerare 10 un valore superiore di  $V_{db1}$  rispetto al valore determinato (ovvero sommare a  $V_{db1}$  un prestabilito valore numerico), convenientemente assumere  $V_{db1}=V_{d\_max}$ , quindi calcolare ulteriormente le altre velocità  $V_{dbi}$  con  $i=2\dots n$  e  $V_{da}$  tramite le equazioni (K.1) e (K.3) dove  $V_{db1}$  è assunto come un parametro noto.

15 Il ciclo di velocità  $V_{db1}, \dots, V_{dbn}$ ,  $V_{da}$  e la corrispondente velocità di estrusione  $V_{ext}$  individuate sperimentalmente, oppure calcolate tramite gli algoritmi citati in precedenza, sono un efficace riferimento di impostazione degli effettivi parametri di lavoro  $V_d$  nell'unità 6 di controllo e della effettiva velocità di estrusione dell'impianto 100 di produzione anche quando sono 20 impiegate prestabilite rampe di decelerazione, sul convogliatore 3, per stabilizzare il movimento del tubo nella fase transitoria di passaggio del tubo dalla velocità di trascinamento  $V_d$  alla velocità di trascinamento più bassa  $V_c$  del canale 7 di alimentazione della macchina 2 bicchieratrice (ovvero in fase di trasferimento del tubo dal convogliatore 3 al canale 7 di 25 alimentazione).

Si osservi che i valori operativi sono, preferibilmente, ottenuti a partire dai valori di riferimento applicando ad essi opportuni coefficienti correttivi.

L'apparato 1 e la peculiare modalità di impiego ovvero la metodologia descritta in precedenza, nello svolgimento di determinati programmi di 30 produzione, oltre ad incrementare la capacità produttiva realizzabile dall'impianto di estrusione, permette una maggiore possibilità di realizzare

condizioni operative ottimali a velocità di estrusione costante.

Ciò è molto vantaggioso per la resa economica dell'impianto di produzione.

Infatti, la variazione della velocità di estrusione durante la produzione in

- 5 linea impone delle fasi di transizione, a velocità di estrusione variabile, penalizzanti per la durata di completamento del programma di produzione e complesse da gestire per mantenere conformi, quindi accettabili, le caratteristiche dimensionali del tubo in termini di diametro e spessore di parete del tubo stesso.
- 10 Quanto descritto può essere facilmente verificato e compreso con esempi pratici che confrontano programmi di produzione di tubi di corta lunghezza in linea di estrusione con e senza apparato 1.

Esempio 1: n=2; relativo al caso (c).

Per meglio comprendere le caratteristiche vantaggiose, verrà comparata

- 15 la produzione dei tubi secondo la metodologia nota con quella ottenibile mediante l'apparato 1.

Come risulterà di tutta evidenza, le tempistiche di produzione mediante l'apparato 1 saranno notevolmente ridotte rispetto a quelle di arte nota, con tutto beneficio della resa economica dell'impianto 100.

- 20 Si consideri dapprima un impianto 100 di estrusione dei tubi P da scarico già esemplificato nella descrizione dell'arte nota.

Il programma di produzione prevede la fabbricazione di tubi DN50 in un numero di 1000 tubi lunghi LN2000 e un numero doppio, quindi 2000, tubi lunghi LN250. Nella produzione di questo formato DN50 di tubo l'impianto

- 25 di estrusione può raggiungere una massima velocità di estrusione sostenibile pari a  $V_{ext\_max} = 12\text{m/min}$ .

Senza apparato 1 si può valutare una gestione dell'impianto che produce in singola lunghezza, ovvero una singola lunghezza di tubo per volta.

Come già descritto, nella produzione della singola lunghezza LN250,

- 30 affinché la bicchieratrice sia in grado di prelevare i tubi corti PC, è sostenibile una velocità di estrusione di  $V_{ext} = 5,75\text{m/min}$ .

Con questa velocità di estrusione e con la lunghezza reale del tubo corto PC pari a Lrb =0,32m, in un ora si producono  $5,75 \times 60 / 0,32 = 1078$  tubi LN250.

Quindi per produrre 2000 tubi LN250 servono 1,86 ore.

- 5 La produzione del tubo lungo LN2000 può avvenire alla massima velocità di estrusione sostenibile, quindi pari a Vext=12 m/min. Con questa velocità e con la lunghezza reale del tubo lungo pari a Lra =2,07m, in un ora si producono  $12 \times 60 / 2,07 = 348$  tubi LN2000.

Quindi per produrre 1000 tubi LN2000 servono 2,88 ore.

- 10 Complessivamente, con questa modalità di produzione in singola lunghezza, secondo la tecnica di arte nota, per completare il programma di produzione servono  $1,86 + 2,88 = 4,74$  ore.

Vantaggiosamente, è ipotizzabile di produrre i tubi lunghi LN2000 con modalità alternata ai tubi corti LN250 alla massima velocità di 12m/min

- 15 fino ad esaurire i 1000 tubi lunghi LN2000 e produrre i mancanti 1000 tubi corti LN250 in modalità di singola lunghezza a velocità di 5,75 m/min.

La lunghezza della sequenza Lra+Lrb (tubi lunghi LN2000 e corti LN250) è di  $2,07m + 0,32m = 2,39m$ .

- 20 Si osservi quindi che in una singola ora a Vext=12m/min sono realizzabili  $12 \times 60 / 2,39 = 301$  tubi da LN2000 e 301 tubi da LN250.

Pertanto, servono 3,32 ore per produrre i 1000 tubi LN2000. I restanti 1000 tubi LN250 sono prodotti in modalità di singola lunghezza a 5,75m/min quindi in un tempo di 0,93 ore.

- 25 Complessivamente, con la modalità di produzione prima di lunghezze alternate e successivamente in singola lunghezza corta, per completare il programma di produzione servono  $3,32 + 0,93 = 4,25$  ore.

Inoltre, si deve anche considerare che la variazione della velocità di estrusione durante la produzione in linea impone delle fasi di transizione nelle quali la produttività della linea non è ottimizzata.

- 30 In particolare, con riferimento ai casi esemplificati, per gestire il transitorio, è preferibile prima produrre i tubi corti PC alla più bassa velocità di

estrusione; quindi attivare il programma di produzione dei tubi lunghi, o lunghi alternati con il corto, aumentando progressivamente la velocità di estrusione fino al valore più alto ottimale per la lunghezza lunga.

Di conseguenza, a causa di questo transitorio, il tempo reale necessario 5 per completare il programma di produzione secondo la tecnica di arte nota è più lungo di quello teorico come determinato negli esempi.

Si può assumere, per passare dal regime di velocità di estrusione di 5,75 m/min al regime di 12 m/min, un incremento di durata dei corrispondenti programmi di produzione pari ad 1 ora.

10 Pertanto, è ipotizzabile che, secondo la tecnica di arte nota, si impieghi, al meglio, un tempo di circa 5,25 ore per la produzione della sequenza di tubi lunghi LN2000 e corti LN250 assegnata.

Gli schemi figurati nelle figure 7 ed 8 rappresentano il processo di distribuzione dei tubi dal canale 15 di uscita della macchina taglierina 12 al 15 canale 7 di alimentazione della macchina 2 bicchieratrice, in assenza dell'apparato 1 (ovvero secondo la tecnica nota).

Lo schema della figura 7 è riferito alla produzione di tubi di uguale e corta lunghezza con  $L_r=0,32m$ .

Lo schema della figura 8 è riferito alla produzione di tubi di due diverse 20 lunghezze  $L_{ra}$  ed  $L_{rb}$  in sequenza alternata con  $L_{ra}=2,07m$  e  $L_{rb}=0,32m$ .

Gli schemi figurati nelle figure 7 ed 8 evidenziano che il distanziamento tra i tubi che si realizza nel canale 29 di distacco della macchina bicchieratrice 2 è uguale per tutti i tubi P, e pari al valore  $\Delta S$ .

Si consideri invece l'impianto 100 di estrusione comprendente l'apparato 25 1.

Con riferimento alle quote degli assi longitudinali dei tubi in moto nelle varie sezioni dell'impianto 100, quando i tubi si trovano convogliati, è da osservarsi quanto segue:

- 30 - nel canale 15 di uscita dalla macchina taglierina 12 la quota dell'asse 31 del tubo P è indicato con  $H_{ext}$  ( $H_{ext} = 1050mm$ ),  
- nell'apparato 1 la quota dell'asse 30 del tubo P è indicata con  $H_d$ ;

- nel canale 7 di alimentazione della bicchieratrice 2 la quota dell'asse 32 del tubo P è definita con Hc .

Con riferimento a titolo meramente esemplificativo all'esempio illustrato, l'apparato 1 viene posizionato verticalmente ad una quota tale che

- 5 Hd=1025mm, mentre il canale 7 di alimentazione della bicchieratrice è regolato in altezza in modo che Hc=1000mm.

Pertanto, l'apparato 1 rispetta la condizione  $Hc < Hd < Hext$  .

Il convogliatore 3 è caratterizzato da lunghezza Ld=2,0m.

- Questa lunghezza Ld del convogliatore 3 rispetta le condizioni associate
- 10 alle lunghezze di tubo P che deve realizzare l'apparato 1 e l'impianto 100, nonché alla distanza minima di separazione che deve sussistere tra due tubi nel canale 7 di alimentazione della macchina bicchieratrice 12 affinché siano entrambi prelevati (nel tempo ciclo) dalla macchina bicchieratrice 12 , vale a dire:

- 15  $Ld > \Delta S + Lr_{min}$ ;  $Ld > Lr_{max}/2$ ;  $Ld < Lr_{max}$ .

Infatti, nell'impianto preso ad esempio si hanno i seguenti valori per i parametri che condizionano Ld:

$$\Delta S = 1,35\text{m}; \quad Lr_{min} = 0,22\text{m}; \quad Lr_{max} = 3,07\text{m}$$

- E' noto il limite prestazionale dell'apparato 1 di velocità massima di
- 20 trasferimento sostenibile pari a  $Vd_{max} = 100 \text{ m/min}$ .

Riassumendo, i coefficienti noti delle equazioni del sistema (3) sono:

$$Ld = 2,0\text{m}$$

$$\Delta S = 1,35\text{m}$$

$$Lra = 2,07\text{m}$$

- 25  $Lrb = 0,32\text{m}$

$$Vc = 30\text{m/min}$$

Si consideri una modalità di produzione di successioni di tubi P in sequenze S composte ciascuna da  $n=2$  tubi corti  $Lrb = 0,32\text{m}$  e 1 tubo lungo  $Lra = 2,07\text{m}$ .

- 30 Risolvendo il sistema (K) si determina:

$Vext = 12,03 \text{ m/min}$  (determinabile applicando direttamente la formula (4))

$$V_{db1} = 75,2 \text{ m/min}$$

$$V_{db2} = 35,93 \text{ m/min}$$

$$Vda = 48,66 \text{ m/min}$$

Poiché risulta  $V_{ext} > V_{ext\_max}$ , risultano applicabili le condizioni definite

5 nel caso (c).

Come conseguenza, si ricalcolano le velocità Vd dell'apparato 1 nel modo di seguito descritto.

Si impone  $V_{ext} = 12 \text{ m/min}$  nella (K.4) per calcolare:

$$V_{Db1} = \frac{L_D}{L_{rb}} V_{ext}$$

$$10 \quad \text{Con l'equazione (K.3) invece si calcola } V_{Db2} = \frac{L_D}{(\Delta S + L_{rb}) \frac{1}{V_c}}$$

Con l'equazione (K.1) si calcola Vda, ovvero:

$$Vda = \frac{LD}{\left(\frac{Lra}{2} + \frac{Lrb}{2}\right) \frac{1}{V_{ext}} + \frac{LD}{V_{Db1}} - \left(\Delta S + \frac{Lrb}{2} + \frac{Lra}{2}\right) \frac{1}{V_c}}$$

$$V_{ext} = 12 \text{ m/min}$$

$$V_{db1} = 75 \text{ m/min}$$

$$15 \quad V_{db2} = 35,93 \text{ m/min}$$

$$Vda = 48,3 \text{ m/min}$$

Per operare a  $V_{ext} = 12 \text{ m/min}$  con margine di sicurezza di funzionalità di trascinamento di un tubo alla volta, si assume  $V_{db1} = V_{d\_max} = 100 \text{ m/min}$ ,

Con l'equazione (3.3) si calcola

$$20 \quad V_{Db2} = \frac{L_D}{\frac{L_D}{V_{db1}} + (\Delta S + L_{rb}) \frac{1}{V_c} - \frac{L_{rb}}{V_{ext}}}$$

Con l'equazione (K.1) si calcola

$$Vda = \frac{LD}{\left(\frac{Lra}{2} + \frac{Lrb}{2}\right) \frac{1}{V_{ext}} + \frac{LD}{V_{Db1}} - \left(\Delta S + \frac{Lrb}{2} + \frac{Lra}{2}\right) \frac{1}{V_c}}$$

Concludendo, con i nuovi valori calcolati di  $V_{db2}$  e  $Vda$ , in presenza di

25 apparato 1 è realizzabile la seguente condizione operativa:

$$V_{ext} = 12 \text{ m/min}$$

$V_{db1} = 100 \text{ m/min}$

$V_{db2} = 40,82 \text{ m/min}$

$V_{da} = 57,55 \text{ m/min}$

Quindi la  $V_{ext} = 12 \text{ m/min}$  è sostenibile anche in presenza dell'apparato 1

5 e, convenientemente, si può realizzare una modalità di lavoro continua a velocità di estrusione costante con successione di tubi in sequenze composte da 2 tubi corti  $L_{rb}=0,32\text{m}$  e 1 tubo lungo  $L_{ra}=2,07\text{m}$ .

La lunghezza della sequenza è di  $0,32+0,32+2,07=2,71\text{m}$ .

In 1 ora a  $V_{ext}=12\text{m/min}$  sono realizzabili  $12 \times 60 / 2,71 = 265$  tubi da  
10 LN2000 e 530 tubi da LN250.

Conseguentemente, servono 3,77 ore per produrre i 1000 tubi LN2000 e 2000 tubi LN250.

15 In definitiva, con la modalità di produzione continua di sequenze formate da due lunghezze corte alternate ad una lunghezza lunga, con linea equipaggiata di apparato 1 funzionante a ciclo di velocità  $V_d$  determinate, occorrono 3,77 ore per completare il programma di produzione.

È di tutta evidenza che ciò è estremamente vantaggioso, dal punto di vista della produttività, rispetto all'arte nota.

20 Lo schema figurato nella figura 9 rappresenta il processo di distribuzione dei tubi dal canale 15 di uscita della macchina taglierina 12 al canale 7 di alimentazione della macchina bicchieratrice 2 a mezzo dell'apparato 1 con il ciclo di velocità di distribuzione corrispondente al caso preso ad esempio.

E' verificato che il distanziamento tra i tubi che si realizza nel canale 7 di  
25 alimentazione della macchina bicchieratrice 2 è uguale o superiore al valore  $\Delta S$ , definito in precedenza.

In particolare, coerentemente alla valutazione delle velocità di trascinamento che ha escluso la condizione (K.2), risulta un distacco  $\Delta W > \Delta S$  tra l'ultimo tubo corto PC della sequenza S e il tubo lungo PL della  
30 stessa sequenza.

Quindi, nello svolgimento del programma di produzione esemplificato, la

presenza dell'apparato 1, oltre ad incrementare la capacità produttiva realizzabile dall'impianto di estrusione, permette di mantenere la continuità della velocità di estrusione.

Con riferimento ad un altro esempio (Esempio 2), considereremo il caso in

5 cui  $n=3$ , afferente al caso (b) precedentemente definito.

Ciò è illustrato nella figura 10.

Si consideri lo stesso impianto di estrusione e lo stesso tubo, nonché un programma per realizzare 3000 tubi LN250 ( $Lrb=0,32m$ ) e 1000 tubi LN2000 ( $Lra=2,07m$ ).

10 Senza apparato 1, ovvero secondo la metodologia di arte nota, la modalità di estrusione che si prospetta più vantaggiosa per completare il programma è quella di  $Vext = 5,75 \text{ m/min}$  per realizzare 2000 tubi di corta lunghezza LN250 a cui fare seguire una  $Vext = 12 \text{ m/min}$  in produzione di lunghezze alternate per realizzare 1000 tubi LN2000 e 1000 tubi LN250.

15 Con riferimento all'esempio sopra esposto, il tempo teorico necessario a completare il programma di produzione è la somma di 1,86 ore per realizzare i 2000 tubi LN250 a  $Vext = 5,75 \text{ m/min}$  con 3,32 ore per realizzare contemporaneamente 1000 tubi LN2000 e 1000 tubi LN250 a  $Vext = 12 \text{ m/min}$  in modalità di produzione a lunghezze alternate.

20 Complessivamente, secondo la metodologia di arte nota, senza considerare il tempo di setup legato al regime transitorio nella variazione della velocità di estrusione, servono almeno  $1,86+3,32 = 5,18$  ore per completare il programma di produzione.

A questa durata viene sommato l'incremento temporale di 1 ora determinato dalla presenza della fase transitoria per variazione del regime di velocità di estrusione da 5,75m/min a 12m/min.

Quindi, la durata di completamento del programma di produzione, secondo l'arte nota, è stimabile in circa 6,18 ore.

30 In presenza di apparato 1 secondo l'invenzione, per evitare condizioni transitorie nel regime di velocità di estrusione (che determinerebbero un aggravio di tempistiche di produzione), si prospetta conveniente una

modalità di produzione dove la successione di tubi P tagliati in estrusione è formata da sequenze S composte da  $n=3$  tubi corti di lunghezza  $L_{rb}=0,32$  m e un tubo lungo di lunghezza  $L_{ra}=2,07$  m.

- Si procede con il calcolo di  $V_{ext}$ ,  $V_{da}$  e  $V_{db1}$ ,  $V_{db2}$ ,  $V_{db3}$  attraverso la 5 risoluzione del sistema (K).

Dalla risoluzione risulta che  $V_{ext} = 10,78$ m/min (determinabile applicando direttamente la formula (q5)), ma risulta anche la situazione di  $V_{db1} > V_{d\_max}$ .

Si tratta del caso precedentemente menzionato come caso (b).

- 10 Pertanto, si assume come parametro noto un valore di  $V_{db1} = V_{d\_max} = 100$ m/min e si determinano valori di  $V_{ext}$ ,  $V_{dbi}$  con  $i=2---n$  e  $V_{da}$  attraverso la risoluzione del sistema formato dalle equazioni (K.1), (K.3) e (K.4).

Si ottiene il seguente risultato.

- 15  $V_{ext} = 8,24$  m/min

$V_{db1} = 100$  m/min

$V_{db2} = 51,48$  m/min

$V_{db3} = 34,67$  m/min

$V_{da} = 24,91$  m/min

- 20 La lunghezza della sequenza è di  $0,32+0,32+0,32+2,07=3,03$ m.

In 1 ora a  $V_{ext}=8,24$ m/min sono realizzabili  $8,24 \times 60 / 3,03 = 163$  tubi da LN2000 e 489 tubi da LN250. Conseguentemente, per produrre i 1000 tubi LN2000 e 3000 tubi LN250, ovvero per completare il programma di produzione, servono 6,13 ore.

- 25 E' di tutta evidenza che, anche in queste circostanze, è vantaggioso impiegare l'apparato 1 rispetto all'arte nota (6,13 ore con apparato 1 contro 6,18 ore secondo arte nota).

- Lo schema raffigurato nella figura 10 rappresenta il processo di distribuzione dei tubi dal canale 15 di uscita della macchina taglierina 12 al 30 canale 7 di alimentazione della macchina 2 bicchieratrice a mezzo dell'apparato 1 nel caso preso qui esempio.

Si osserva che il distanziamento tra i tubi che si realizza nel canale 7 di alimentazione della macchina bicchieratrice 2 è uguale o superiore al valore  $\Delta S$ . In particolare, coerentemente alla valutazione delle velocità di trascinamento che ha escluso la condizione (K.2), è evidente un distacco

- 5     $\Delta W > \Delta S$  tra l'ultimo tubo corto della sequenza e il tubo lungo della stessa sequenza.

Gli esempi descritti in precedenza ben chiariscono quali siano i vantaggi tecnici dell'apparato 1 e del metodo rivendicati, in particolare l'incremento di produttività che si ottiene rispetto alle soluzioni di arte nota.

- 10    Inoltre, come esposto nell'esempio 1 e 2, con l'apparato 1 non è necessario impostare la macchina 11 di estrusione a differenti valori di produttività, il che evita transitori di attesa e evita inoltre il rischio di produzione, nel transitorio, di tubi di qualità non ottimale in quanto non conformi alle specifiche dimensionali richieste.

## RIVENDICAZIONI

1. Apparato (1) di distribuzione di sequenze (S) di tubi in materiale termoplastico, comprendenti almeno un primo (P, P1), un secondo (P, P2)  
5 ed un terzo tubo (P, P3), almeno in parte di lunghezze differenti, ad una macchina bicchieratrice (2), con detto apparato (1), configurato per distribuire un tubo (P) per volta della sequenza (S) di tubi, **caratterizzato dal fatto** di comprendere:
  - un convogliatore (3) di distribuzione di tubi in materiale termoplastico,  
10 definente un percorso (4) di convogliamento dei tubi (P);
  - almeno un sensore (5) di rilevamento tubi, atto a rilevare la presenza di tubi (P) in una zona prestabilita di detto convogliatore (3);
  - una unità (6) di controllo ed azionamento, collegata al sensore (5) per ricevere un segnale di presenza tubi nella zona prestabilita ed al  
15 convogliatore (3) di distribuzione per azionarlo sulla base del segnale di presenza tubi, l'unità di controllo (6) essendo configurata per azionare il convogliatore (3) di distribuzione, sulla base del segnale di presenza tubi, così da movimentare il convogliatore (3) a velocità differente per tubi (P) differenti di ogni sequenza (S), con dette velocità essendo tutte superiori  
20 alla velocità (Vext) di arrivo, ovvero di estrusione, di detti tubi in corrispondenza del convogliatore (3) ed essendo uguali per medesimi tubi (P) di sequenze (S) differenti ovvero per tubi aventi un medesimo ordine di arrivo e lunghezza di sequenze (S) differenti.
- 25 2. Apparato secondo la precedente rivendicazione, comprendente un canale (7) di alimentazione della macchina bicchieratrice (2), disposto a valle del convogliatore (3) di distribuzione per ricevere da esso i tubi (P), ed in cui il convogliatore (3) è configurato così che una altezza (Hd) dell'asse (31) del tubo giacente nel percorso (4) di convogliamento è maggiore di una altezza (Hc) dell'asse (32) del tubo (P) giacente sul  
30 canale (7) di alimentazione ed inferiore ad una altezza di estrusione (Hext)

dell'asse (31) del tubo (P) a monte del convogliatore (3), cioè  $H_c < H_d < H_{ext}$ .

3. Apparato secondo la precedente rivendicazione, comprendente mezzi  
5 (35) di regolazione dell'altezza del convogliatore (3), configurati per consentire di regolare l'altezza, rispetto a terra, dell'asse (30) del tubo (P) giacente sul percorso (4) di convogliamento.
4. Apparato secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui il  
10 convogliatore (3) è dimensionato in modo che la lunghezza ( $L_d$ ) del percorso (4) di convogliamento dei tubi del convogliatore (3) risulti superiore alla metà della lunghezza ( $L_{rmax}$ ) del tubo (PL) di massima lunghezza della sequenza (S) di tubi (P).
- 15 5. Apparato secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui il convogliatore (3) è dimensionato in modo che la lunghezza ( $L_d$ ) del percorso (4) di convogliamento dei tubi (P) del convogliatore (3) è superiore alla somma della lunghezza ( $L_{rmin}$ ) del tubo (P) di lunghezza minima della sequenza (S) di tubi (P) e di un distanziamento  $\Delta S$  fra i tubi  
20 nel canale di alimentazione calcolato come  $\Delta S = V_c \times t_p$ , laddove  $V_c$  è la velocità di azionamento dell'organo di trasporto (8) del canale di alimentazione (7) e  $t_p$  è il tempo ciclo di prelievo dei tubi di una macchina bicchieratrice (2) a valle dell'apparato (1).
- 25 6. Apparato secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui il convogliatore (3) è dimensionato in modo che la lunghezza ( $L_d$ ) del percorso (4) di movimentazione dei tubi (P) del convogliatore (3) è inferiore alla lunghezza ( $L_{rmax}$ ) del tubo (PL) di lunghezza massima della sequenza di tubi (P).
- 30 7. Apparato secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui

l'unità (6) di controllo ed azionamento è configurata per calcolare le velocità (Vd) di movimentazione del convogliatore (3) in corrispondenza del percorso (4) di movimentazione dei tubi (P) sulla base delle lunghezze e ordine di arrivo dei tubi (P) della sequenza di tubi.

5

8. Apparato secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui in cui l'unità (6) di controllo ed azionamento è configurata per calcolare le velocità (Vd) di movimentazione del convogliatore (3) sulla base di una velocità di estrusione (Vext) impostata dei tubi (P) a monte del convogliatore (3), corrispondente alla velocità di arrivo dei tubi (P) sul convogliatore (3).

15 9. Apparato secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui l'almeno un sensore (5) comprende almeno un primo sensore (5A) di rilevamento tubi, disposto in ingresso al percorso (4) di movimentazione dei tubi (P) del convogliatore (3) di distribuzione.

20 10. Apparato secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui l'almeno un sensore (5) comprende almeno un secondo sensore (5B) di rilevamento tubi, disposto in uscita al percorso (4) di movimentazione dei tubi (P) del convogliatore (3) di distribuzione.

25 11. Apparato secondo una qualsiasi delle precedenti rivendicazioni 9 o 10, in cui l'unità (6) di controllo ed azionamento è configurata per regolare la velocità del convogliatore (3) in corrispondenza del percorso (4) di movimentazione dei tubi (P) sulla base del segnale del primo sensore (5A) e/o del secondo sensore (5B).

30 12. Apparato secondo la precedente rivendicazione e la rivendicazione 10, in cui l'unità (6) di controllo ed azionamento è configurata per diminuire la velocità (Vd) del convogliatore (3) quando il secondo sensore (5B) rileva la

presenza di un tubo (P), preferibilmente la velocità essendo diminuita sulla base di una rampa di decelerazione.

13. Apparato secondo una qualsiasi delle precedenti rivendicazioni,  
5 ulteriormente comprendente una memoria, collegata all'unità (6) di controllo ed azionamento, configurata per memorizzare valori di lunghezza dei tubi (P) della sequenza (S) di tubi e l'ordine di arrivo dei tubi all'interno di ciascuna sequenza (S) in corrispondenza del convogliatore (3) di distribuzione.

10

14. Apparato secondo una qualsiasi delle precedenti rivendicazioni, in cui l'unità (6) di controllo ed azionamento è configurata per azionare il convogliatore (3) a velocità differenti per tubi (P) differenti di ogni sequenza (S), con detta sequenza (S) composta, nell'ordine di arrivo, da  
15  $n \geq 2$  tubi di uguale lunghezza minima (PC) e da un tubo di lunghezza massima (PL), come segue:

- la velocità del primo tubo (P,PC,P1) di lunghezza minima (Vdb1) della sequenza (S) è maggiore della velocità (Vda) del tubo (P,PL) di lunghezza massima della sequenza (S), cioè

20 Vdb1 > Vda;

- la velocità (Vdbi) dell'i-esimo tubo di lunghezza minima è maggiore della velocità (Vdbi+1) del i-esimo+1 tubo di lunghezza minima, cioè

Vdbi > Vdbi+1 con  $i=1\dots(n-1)$ , ed essendo i l'ordine di arrivo dei tubi di lunghezza minima al convogliatore (3).

25

15. Gruppo di bicchieratura di tubi (P) in materiale termoplastico, comprendente:

- un apparato secondo una qualsiasi delle precedenti rivendicazioni;  
30 - una macchina bicchieratrice (2), disposta per ricevere tubi dal convogliatore (3) di detto apparato (1) e provvista di un canale (7) di alimentazione, accoppiato al convogliatore (3) per ricevere da esso i tubi.

16. Il gruppo di bicchieratura secondo la precedente rivendicazione, in cui il canale (7) di alimentazione comprende una canaletta di distacco (29), dotata di un primo elemento di trascinamento (33) accoppiato con il convogliatore (3) per ricevere da esso i tubi ed un canale (37) di arresto, posizionamento e prelievo, dotato di un secondo elemento di trascinamento (34) atto a ricevere i tubi dal primo elemento di trascinamento (33).
- 10 17. Impianto (100) di realizzazione di tubi in materiale termoplastico, comprendente:
- una macchina (12) di taglio di tubi in materiale termoplastico atta a tagliare il tubo estruso in spezzoni di tubo;
  - un gruppo di bicchieratura secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 15 o 16.
18. Impianto (100) secondo la precedente rivendicazione, ulteriormente comprendente una macchina (11) di estrusione di un tubo termoplastico, operante ad una prestabilità velocità di estrusione (Vext).
- 20 19. Metodo di distribuzione di tubi (P) in materiale termoplastico ad una macchina (2) bicchieratrice, **caratterizzato dal fatto** di comprendere le seguenti fasi:
- predisporre un convogliatore (3) di distribuzione di tubi in materiale termoplastico, definente un percorso (4) di convogliamento dei tubi (P);
  - predisporre almeno un sensore (5) di rilevamento tubi, atto a rilevare la presenza di tubi (P) in una zona prestabilità di detto convogliatore (3);
  - alimentare al convogliatore (3) una pluralità di sequenze (S) identiche prestabilite di tubi (P), con ciascuna sequenza (S) avente almeno tre tubi, almeno in parte di lunghezze differenti;
  - regolare la velocità del convogliatore (3) sulla base del segnale del

- sensore (5), rappresentativo della presenza di un tubo nella prestabilita zona, e della tipologia ed ordine di arrivo di tubo (P) della sequenza (S), così da movimentare il convogliatore (3) a velocità differenti per tubi (P) differenti di ogni sequenza (S), con dette velocità essendo tutte superiori
- 5 alla velocità (Vext) di arrivo, ovvero di estrusione, di detti tubi in corrispondenza del convogliatore (3) e con dette velocità essendo uguali per medesimi tubi (P) di sequenze (S) differenti ovvero per tubi aventi un medesimo ordine di arrivo e lunghezza di sequenze (S) differenti.
- 10 20. Metodo secondo la rivendicazione 19, in cui detta sequenza (S) è composta, nell'ordine di arrivo, da  $n \geq 2$  tubi di lunghezza minima (PC) e da un tubo di lunghezza massima (PL) e la fase di regolare la velocità del convogliatore (3) comprende il regolare la velocità del convogliatore (3) in accordo con le seguenti relazioni:
- 15 - la velocità del primo tubo (P,PC,P1) di lunghezza minima (Vdb1) della sequenza (S) è maggiore della velocità (Vda) del tubo (P,PL) di lunghezza massima della sequenza (S), cioè
- Vdb1 > Vda;
- la velocità (Vdbi) dell'i-esimo tubo di lunghezza minima è maggiore della
- 20 velocità (Vdbi+1) del i-esimo+1 tubo di lunghezza minima, cioè
- Vdbi > Vdbi+1 con  $i=1\dots(n-1)$  ed essendo i l'ordine di arrivo dei tubi di lunghezza minima al convogliatore (3).
21. Metodo secondo la rivendicazione 19 o 20, comprendente:
- 25 - una fase di predisporre un canale (7) di alimentazione della macchina bicchieratrice (2), disposto a valle del convogliatore (3) di distribuzione per ricevere da esso i tubi,
- una fase di trasferire detti tubi dal convogliatore (3) al canale (7) di alimentazione,

- ed una fase di prelevare un tubo dal canale di alimentazione (7) dei tubi e disporlo in corrispondenza di una prima stazione di lavoro della macchina bicchieratrice (2),  
ed in cui dette velocità (Vd) dei tubi sono determinate così da avere fra i  
5 tubi (P), al termine del percorso (4) di convogliamento del convogliatore (3), un distanziamento ( $\Delta W$ ) maggiore o uguale del prodotto fra la velocità (Vc) di convogliamento dei tubi sull'organo di trasporto (8) dei tubi ed il tempo (tp) ciclo di prelievo dei tubi della macchina bicchieratrice (2), cioè:  
$$\Delta W \geq \Delta S$$
  
10 laddove  $\Delta S = Vc \times tp$ .

22. Metodo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 19 a 21, in cui la fase di regolare la velocità del convogliatore (3) sulla base del segnale del sensore (5) e della tipologia ed ordine di tubo della sequenza, corto o  
15 lungo, nel caso in cui la sequenza (S) di tubi sia composta nell'ordine di arrivo, da un numero prestabilito  $n \geq 2$  di tubi corti (PC), ovvero di lunghezza minima (Lrb), e un tubo lungo (PL), ovvero di lunghezza massima (Lra), comprende una fase di determinare le velocità (Vd) di ciascun tubo della sequenza (S) sul convogliatore (3) sulla base della  
20 soluzione del seguente sistema di equazioni lineari:

$$\left\{ \begin{array}{l} \left( \Delta S + \frac{Lrb}{2} + \frac{Lra}{2} \right) \frac{1}{Vc} + \frac{L_D}{V_{Da}} = \left( \frac{Lrb}{2} + \frac{Lra}{2} \right) \frac{1}{V_{ext}} + \frac{L_D}{V_{Db1}} \\ \\ \left( \Delta S + \frac{Lrb}{2} + \frac{Lra}{2} \right) \frac{1}{Vc} + \frac{L_D}{V_{Dbn}} = \left( \frac{Lrb}{2} + \frac{Lra}{2} \right) \frac{1}{V_{ext}} + \frac{L_D}{V_{Da}} \\ \\ (\Delta S + Lrb) \frac{1}{Vc} + \frac{L_D}{V_{Dbi}} = \frac{Lrb}{V_{ext}} + \frac{L_D}{V_{Dbi+1}} \text{ dove } i = 1, \dots, (n-1) \\ \\ V_{Dbn-1} = \frac{L_D}{L_{rb}} V_{ext} \end{array} \right.$$

Laddove:

- Vext è la velocità di estrusione, corrispondente alla velocità di ingresso del tubo in corrispondenza del convogliatore 3 ovvero alla velocità di estrusione della macchina 11 di estrusione dei tubi P;
- 5 Lrb è la lunghezza dei tubi di lunghezza minima (tubi corti);
- Lra è la lunghezza del tubo di lunghezza massima (tubo lungo);
- Vc è la velocità Vc di convogliamento dei tubi P sull'organo di trasporto 8 dei tubi P ovvero nel canale 7 di alimentazione;
- 10 Ld è la lunghezza del percorso 4 del convogliatore, attiva in convogliamento sui tubi P;
- Vda è la velocità del convogliatore 3 per il tubo di lunghezza massima;
- Vdb1 è la velocità del convogliatore 3 per il primo tubo di lunghezza minima;
- 15 Vdbn è la velocità del convogliatore 3 per l'ultimo tubo di lunghezza minima;
- n è l'n-esimo tubo di lunghezza minima;
- Vdbi è la velocità del convogliatore 3 per l'i-esimo tubo di lunghezza minima;
- 20

$\Delta S = V_c \times t_p$  laddove  $t_p$  è il tempo ciclo di prelievo dei tubi P da parte della macchina bicchieratrice 2.

23. Metodo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 19 a 22, in cui  
5 per una sequenza (S) composta, nell'ordine di arrivo, da due tubi di lunghezza minima (Lrb) e da un tubo di lunghezza massima (Lra), è prevista una fase di determinare una velocità di estrusione ottimale (Vext), corrispondente alla velocità di ingresso del tubo in corrispondenza del percorso (4) di convogliamento del convogliatore (3), secondo quanto  
10 segue:

$$V_{ext} = V_c \frac{Lra + 2Lrb}{2\left(\Delta S + \frac{Lra}{2} + \frac{Lrb}{2}\right) + (\Delta S + Lrb)}$$

oppure per una sequenza composta, nell'ordine di arrivo, da tre tubi di lunghezza minima (Lrb) e da un tubo di lunghezza massima (Lra), è prevista una fase di determinare una velocità di estrusione ottimale, secondo quanto segue  
15

$$V_{ext} = V_c \frac{\frac{Lra}{2} + \frac{3Lrb}{2}}{\left(\Delta S + \frac{Lra}{2} + \frac{Lrb}{2}\right) + (\Delta S + Lrb)}$$

Laddove:

20 Lrb è la lunghezza dei tubi di lunghezza minima,  
Lra è la lunghezza del tubo di lunghezza massima,  
Vc è la velocità (Vc) di convogliamento dei tubi sull'organo di trasporto (8)  
dei tubi,  
 $\Delta S = V_c \times t_p$  laddove  $t_p$  è il tempo ciclo di prelievo dei tubi dal canale (7) di  
25 alimentazione da parte della macchina bicchieratrice (2).

24. Metodo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 19 a 23,

comprendente una fase di confronto della velocità di estrusione ( $V_{ext}$ ) ottimale determinata sulla base della soluzione del sistema di equazioni lineari di cui alla rivendicazione 22 con una velocità di estrusione massima sostenibile ( $V_{ext\_max}$ ).

5

25. Metodo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 19 a 24, comprendente una fase di confronto delle velocità ( $V_d$ ) determinate di ciascun tubo della sequenza (S) sul convogliatore (3) con una velocità massima di convogliamento ( $V_{d\_max}$ ) del convogliatore (3).

10

26. Metodo secondo le rivendicazioni 24 e 25, in cui la velocità di estrusione ( $V_{ext}$ ) ottimale determinata è inferiore alla velocità di estrusione massima sostenibile ( $V_{ext\_max}$ ) e la velocità del primo tubo di lunghezza corta ( $V_{db1}$ ) determinata è inferiore ad una velocità massima di convogliamento ( $V_{d\_max}$ ) del convogliatore (3), comprendente una fase di impostare la velocità del primo tubo di lunghezza corta ( $V_{db1}$ ) uguale alla velocità massima di convogliamento ( $V_{d\_max}$ ) del convogliatore (3), e di rieseguire nuovamente la fase di determinazione delle velocità ( $V_d$ ) dei restanti tubi della sequenza (S) sul convogliatore (3) sulla base della soluzione del sistema di equazioni lineari di cui alla rivendicazione 22.

27. Metodo secondo le rivendicazioni 24 e 25, in cui la velocità del primo tubo di lunghezza corta ( $V_{db1}$ ) determinata è superiore ad una velocità massima di convogliamento ( $V_{d\_max}$ ) del convogliatore (3), comprendente una fase di impostare la velocità del primo tubo di lunghezza corta ( $V_{db1}$ ) uguale o inferiore alla velocità massima di convogliamento ( $V_{d\_max}$ ) del convogliatore (3), e di rieseguire nuovamente la determinazione delle velocità ( $V_d$ ) dei restanti tubi della sequenza (S) sul convogliatore (3) sulla base della soluzione del sistema di equazioni lineari di cui alla rivendicazione 22.

28. Metodo secondo le rivendicazioni 24 e 25, in cui la velocità di estrusione ( $V_{ext}$ ) ottimale determinata è superiore alla velocità di estrusione massima sostenibile ( $V_{ext\_max}$ ) e la velocità del primo tubo di lunghezza corta ( $V_{db1}$ ) determinata è inferiore ad una velocità massima di  
5 convogliamento ( $V_{d\_max}$ ) del convogliatore (3), comprendente una fase di impostare la velocità di estrusione ( $V_{ext}$ ) ottimale uguale alla velocità di estrusione massima sostenibile ( $V_{ext\_max}$ ) e di rieseguire nuovamente la determinazione delle velocità ( $V_d$ ) dei restanti tubi della sequenza (S) sul convogliatore (3) sulla base della soluzione del sistema di equazioni lineari  
10 di cui alla rivendicazione 22.

29. Metodo di realizzazione di un tubo termoplastico, comprende le fasi di:  
- estrudere, mediante una macchina di estrusione (11), un tubo in materiale termoplastico ad una velocità di estrusione ( $V_{ext}$ ) ed alimentare  
15 detto tubo ad una macchina di taglio (12) per suddividere detto tubo estruso in singoli tubi aventi una prima ed una seconda estremità;  
- attuare tutte le fasi di cui al metodo di distribuzione di tubi in materiale termoplastico ad una macchina (2) bicchieratrice secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 19 a 28.  
20

30. Metodo secondo la precedente rivendicazione, comprendente una fase di impostare la velocità di estrusione ( $V_{ext}$ ) della macchina di estrusione (11) sulla base della velocità di estrusione ( $V_{ext}$ ) ottimale determinata.  
25

Bologna, 12.07.2022

IL MANDATARIO  
Ing. Simone MILLI  
(Albo iscr. n. 1517 BM)

Fig. 1

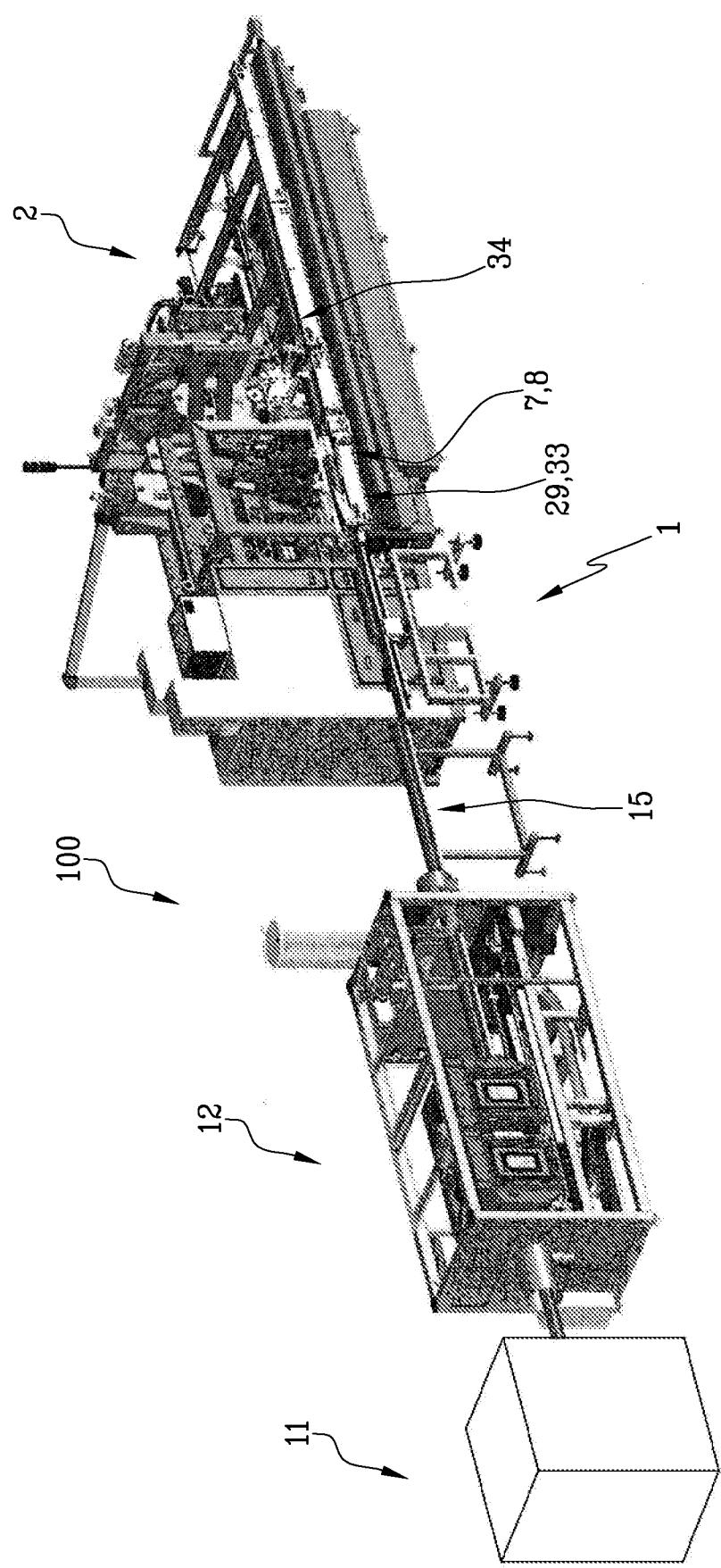


Fig. 2

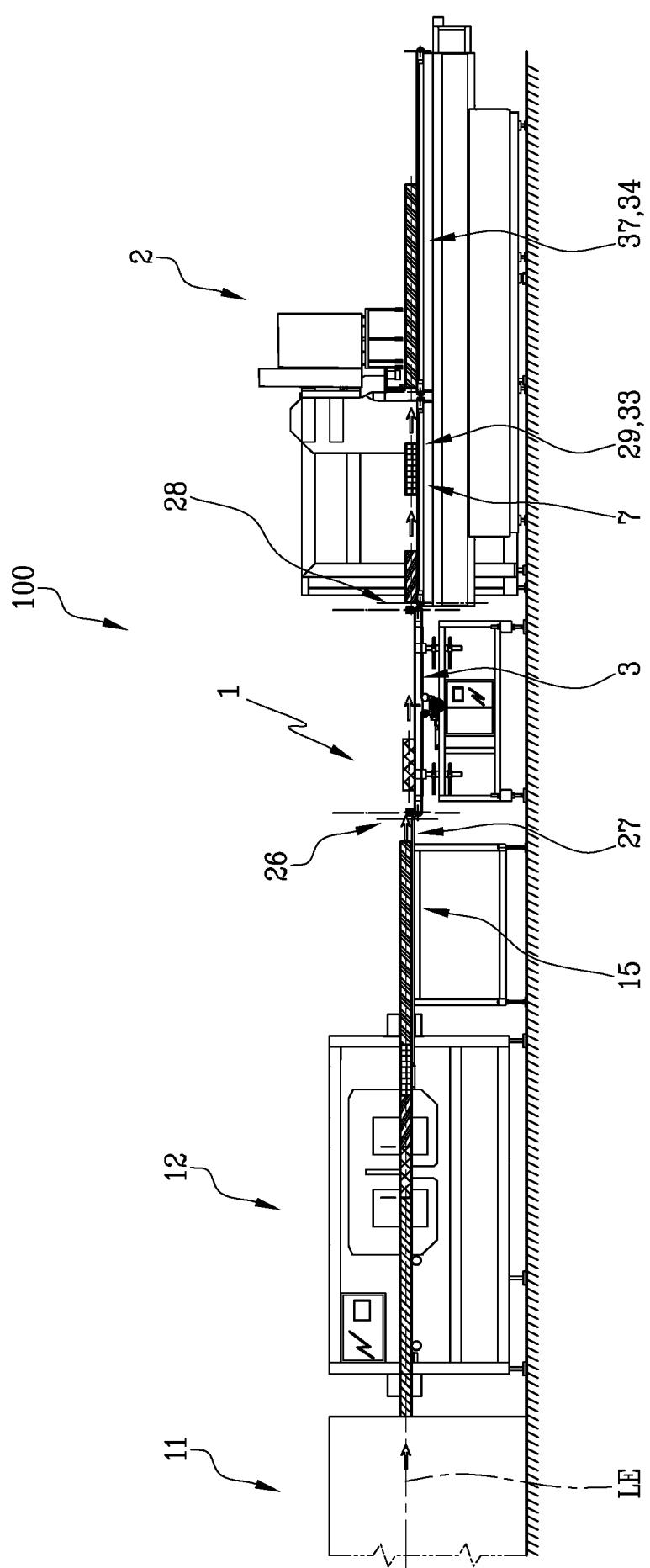


Fig. 3

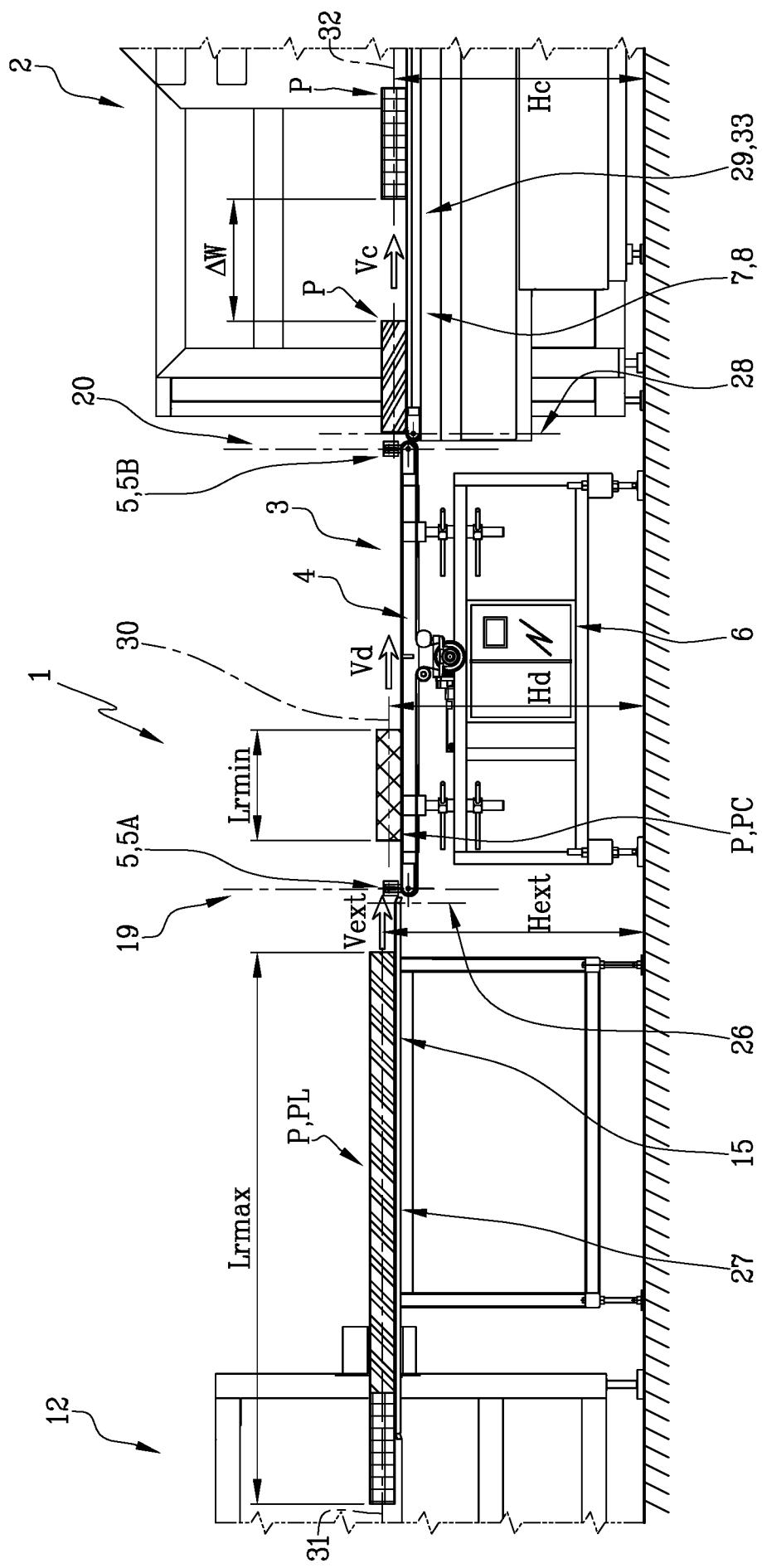


Fig. 4

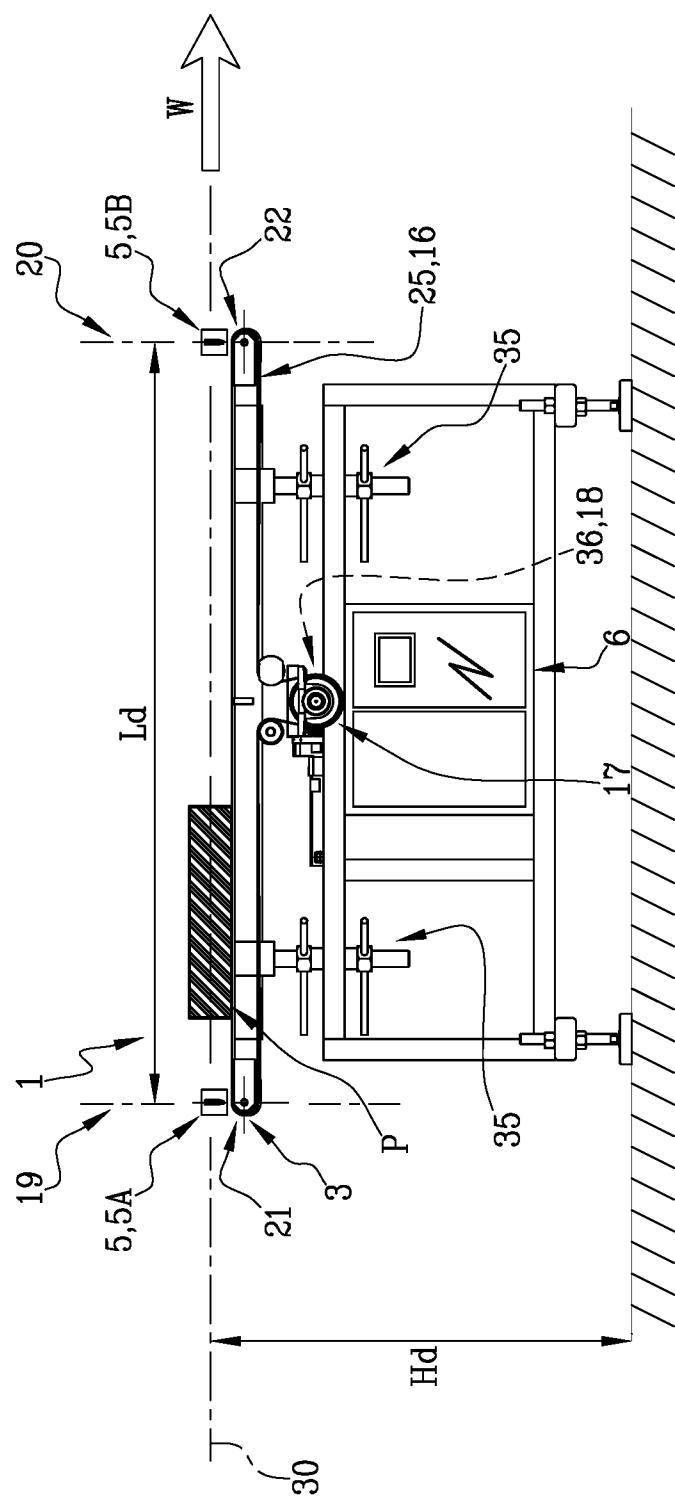


Fig. 5

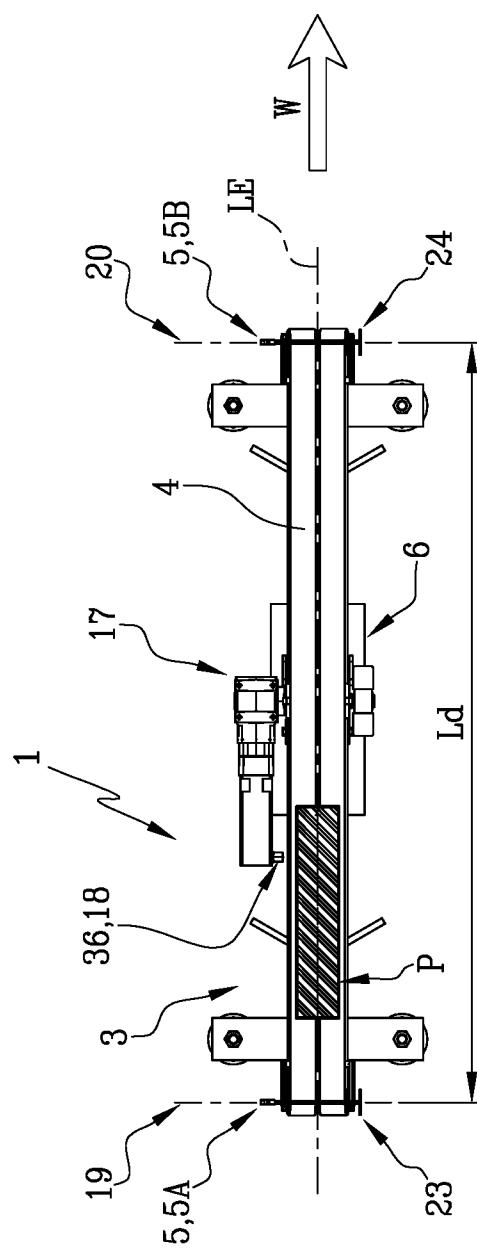


Fig.6A

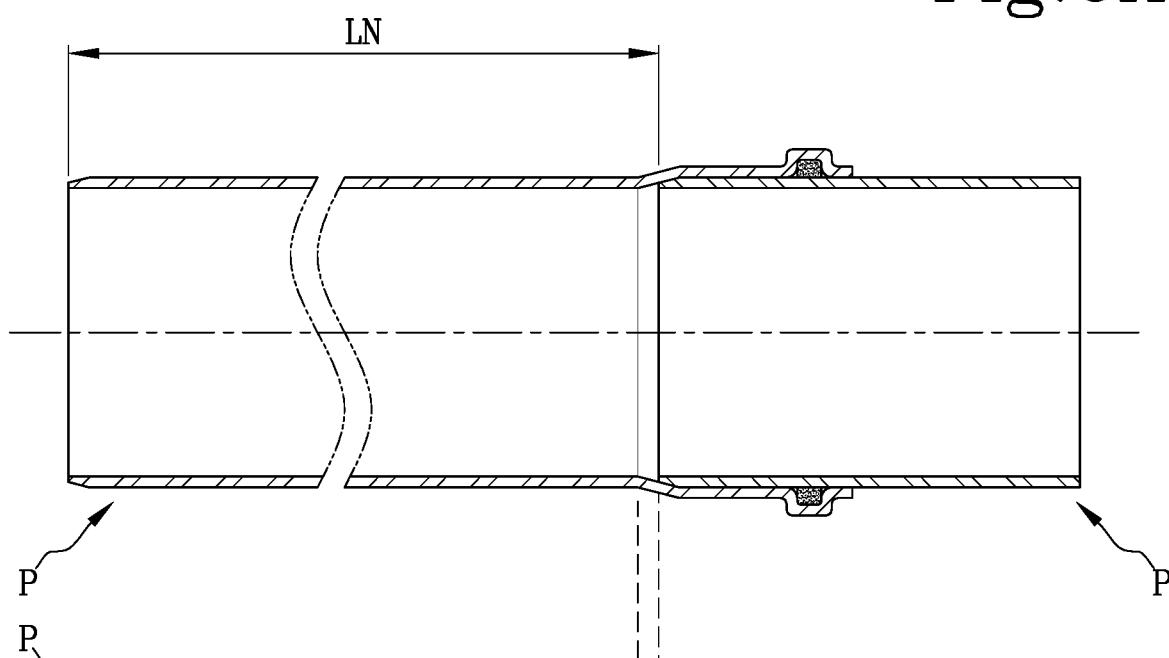


Fig.6B

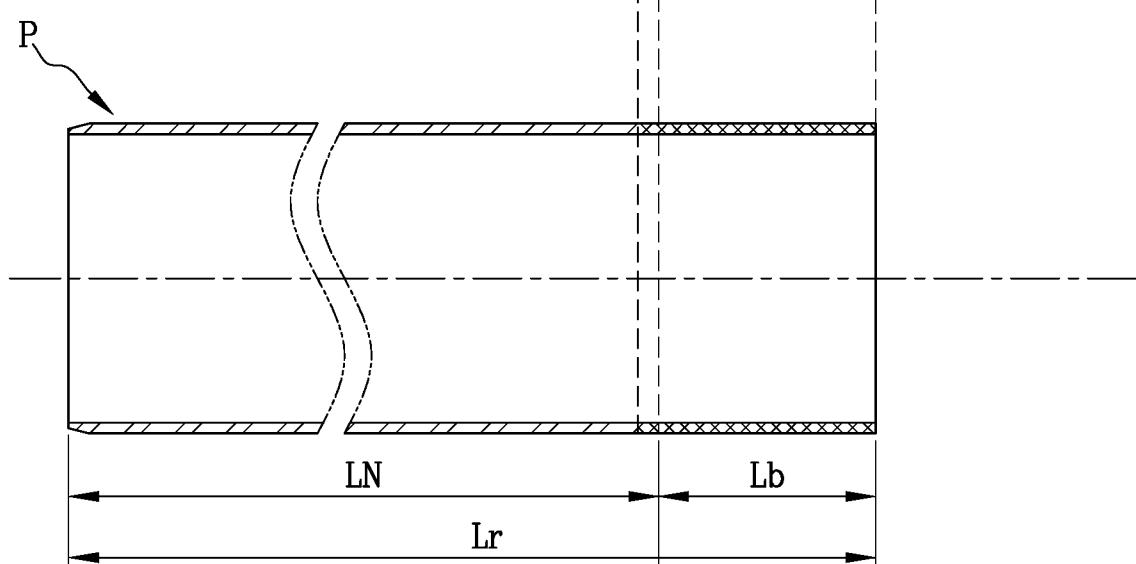


Fig.6C

Fig. 7  
(ARTE NOTA)

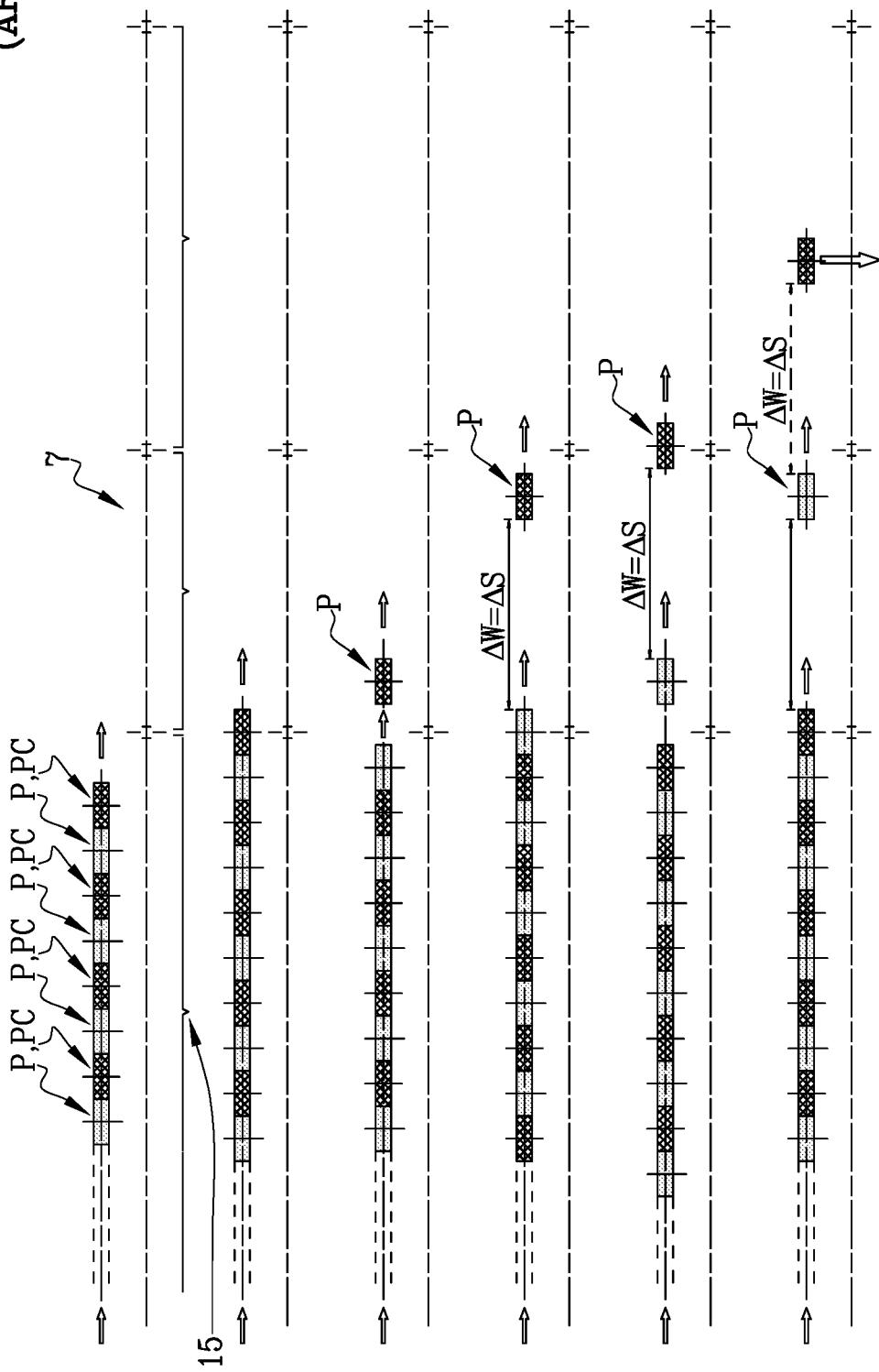


Fig. 8  
(ARTE NOTA)

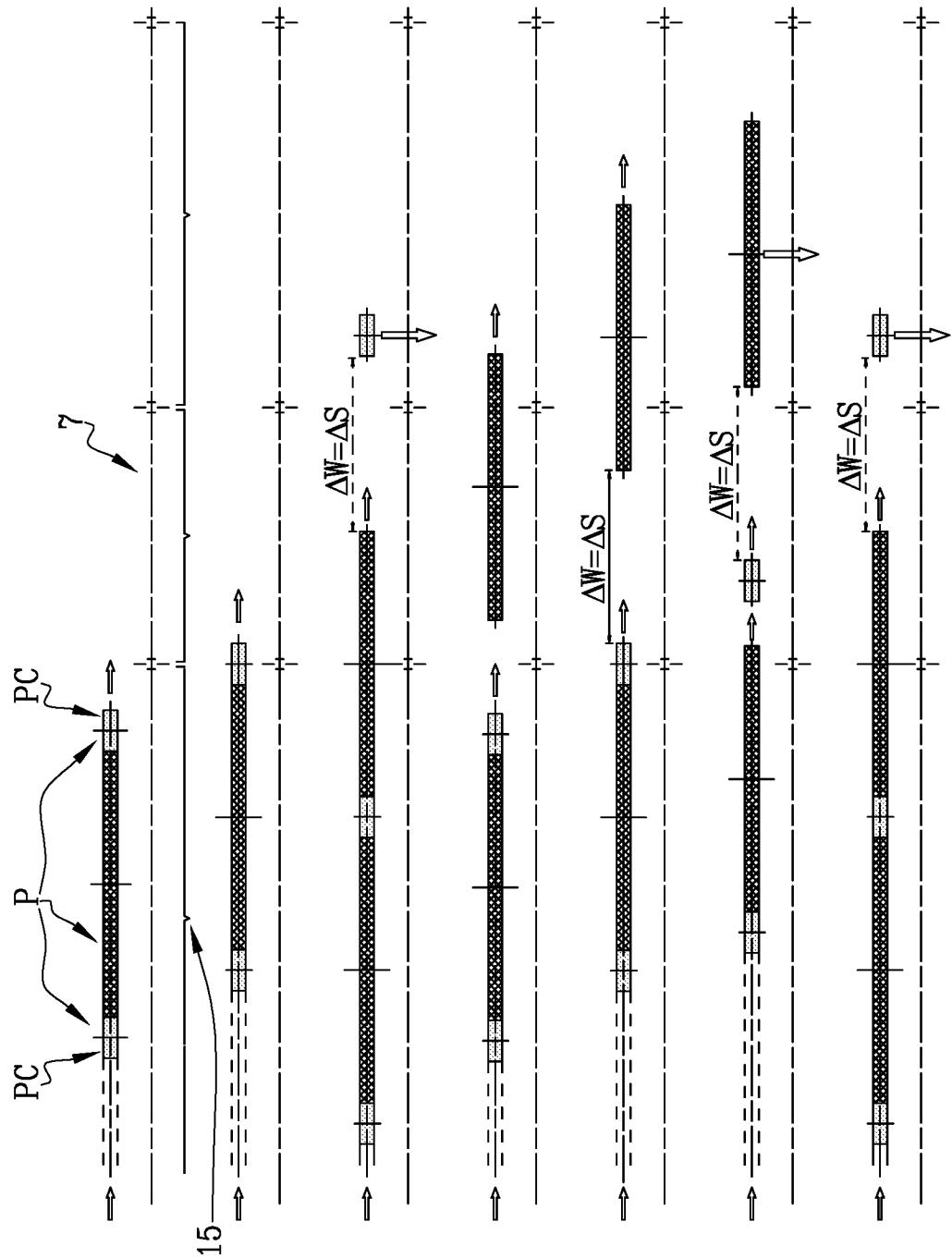


Fig. 9

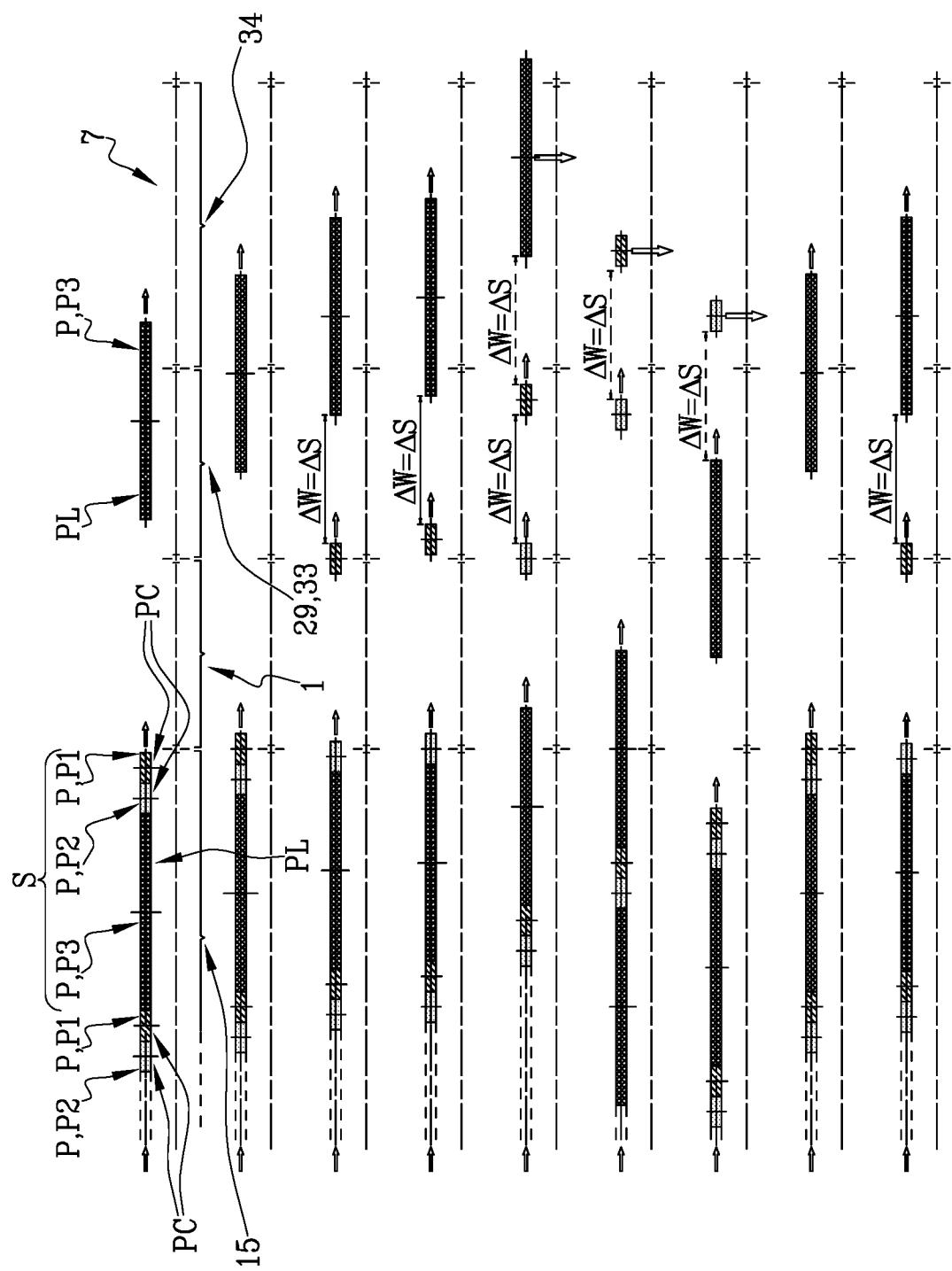


Fig. 10

