



Università degli studi di Padova

Dipartimento di Tecnica e Gestione dei Sistemi Industriali

**Corso di Laurea Triennale in
Ingegneria Meccanica e Meccatronica
Curriculum Meccanico**

**STUDIO DI FATTIBILITA' PER LA REALIZZAZIONE DI UN SISTEMA DI
MARCATURA OPERANTE SU OGGETTI CALDI**

**FEASIBILITY STUDY FOR THE CONSTRUCTION OF A MARKING
SYSTEM OPERATING ON HOT OBJECTS**

**RELATORE: CH.MO PROF. ROBERTO CARACCILO
CORRELATORE AZIENDALE: ING. MATTEO RIGONI**

LAUREANDO: ANDREA BASSAN

ANNO ACCADEMICO: 2013/2014

INDICE

Introduzione.....	1
1. Stato dell'arte.....	3
1.1. Tecnologie di marcatura	3
1.2. Tecnologie consolidate	6
1.2.1. Numtec-Interstahl	7
1.2.2. Green Project.....	11
1.2.3. Tebulo.....	17
2. Definizione del problema	19
3. Soluzioni esaminate	23
3.1. Ricerca di mercato	23
3.1.1. Magnemag	23
3.1.2. Rea-Jet.....	27
3.1.3. Walther-Pilot.....	32
3.2. Approfondimento della ricerca	37
3.3. Analisi della soluzione prescelta	37
3.4. Altre soluzioni disponibili.....	51
4. Conclusioni	77
Bibliografia	79

INTRODUZIONE

La tracciabilità dei prodotti è un'esigenza ormai consolidata in molti settori produttivi ed è importante perché permette di aumentare la qualità dei prodotti, in particolare nelle industrie siderurgiche che sono collegate a altri settori quali quello automobilistico, delle costruzioni e molti altri.

La tracciabilità dei metalli attraverso le varie fasi produttive, operazioni di logistica e stoccaggio e successive lavorazioni, è fondamentale per garantire l'efficienza delle moderne fonderie, delle acciaierie e delle aziende che utilizzeranno i prodotti metallici per la loro produzione. Con la marcatura manuale in cui l'operatore scriveva su ogni pezzo le informazioni vi erano numerosi svantaggi come eventuali errori umani e limiti nella completezza dei dati.

Nel corso degli anni il settore della marcatura industriale ha avuto un grande sviluppo ed oggi per l'industria siderurgica offre soluzioni per diversi campi di applicazione e numerose tecnologie di marcatura. Le tecniche più diffuse sono quelle a getto d'inchiostro o vernice, a micro percussione, a punzone, a polvere spray, a filo metallico fuso e marcatura mediante l'etichettatura.

Queste tecnologie permettono di applicare sui prodotti codici o caratteri alfanumerici utilizzati per monitorare, rintracciare e identificare velocemente i prodotti finiti ed semilavorati con la rispettiva documentazione tecnica, così da migliorare la gestione e la movimentazione delle merci non solo all'interno della zona di produzione ma anche durante le varie fasi logistiche, le successive lavorazioni e gli utilizzi finali.

Nel settore siderurgico vengono richiesti sistemi di marcatura che garantiscono elevate prestazioni in un ambiente difficile in cui i prodotti metallici da marcare possono avere temperature superficiali variabili, inoltre tali sistemi devono essere in grado di lavorare con diversi prodotti in acciaio e alluminio come bobine, tubi, lastre, blumi, billette, profilati e fogli.

Vengono richiesti sistemi automatizzati che permettono di migliorare la sicurezza e le condizioni di lavoro delle persone che operano con queste macchine, sistemi con brevi cicli di lavoro che permettono di ottenere una marcatura nitida, precisa e di qualità.

La marcatura deve aderire bene sulle superfici dei prodotti, deve resistere alle condizioni di polvere e terra che caratterizzano i magazzini siderurgici e deve resistere ai più svariati agenti atmosferici a cui sono soggetti i prodotti nella zona di stoccaggio e durante i lunghi viaggi di trasporto.

Grazie al grande sviluppo del settore della marcatura industriale, l'azienda Itipack s.r.l. produttrice di macchine reggiatrici per la legatura dei prodotti finiti vuole sviluppare un

sistema di marcatura per i prodotti siderurgici, in particolare per le bobine di acciaio e alluminio.

L'industria siderurgica è il mercato principale per Itipack, infatti forniscono già macchine automatiche per la legatura di diversi prodotti metallici.

Tuttavia vogliono completare l'offerta delle macchine reggiatrici verso il settore siderurgico con sistemi automatizzati che permettono di marcare i prodotti metalli con lettere e numeri che descrivono le informazioni principali, allo scopo di permettere una veloce identificazione del prodotto.

L'obiettivo che questa tesi si propone è di effettuare uno studio di fattibilità per valutare la possibilità di realizzare un sistema di marcatura a getto di vernice da utilizzare nell'industria siderurgica per la marcatura di prodotti metallici, nel caso specifico coils in acciaio e alluminio con temperature superficiali elevate fino a 1000-1100°C.

Il sistema di marcatura che andrò ad analizzare sarà equipaggiato su una macchina automatica e sfrutta delle pistole spray automatiche che permettono la scrittura di codici alfanumerici applicando una speciale vernice sulla superficie del prodotto.

In principio verrà esposta la tecnologia di marcatura esistente, i sistemi di marcatura presenti sul mercato e come Itipack vuole sviluppare la propria macchina di marcatura.

Poi verranno illustrati i problemi legati allo sviluppo del sistema di marcatura e saranno descritte le soluzioni esaminate. Procederò quindi descrivendo in modo dettagliato la soluzione prescelta ed infine illustrerò le relative conclusioni.

1.STATO DELL'ARTE

1.1.Tecnologie di marcatura

Attualmente per l'industria siderurgica il settore della marcatura industriale offre numerose macchine automatiche con diverse caratteristiche, prestazioni e che sfruttano differenti tecnologie di marcatura.

Le principali tecniche di marcatura sono:

- Marcatura a spruzzo di vernice/inchiostro

La marcatura a spruzzo di vernice oppure inchiostro è utilizzata per diversi prodotti siderurgici in acciaio e alluminio come bobine, tubi, lastre, billette e blumi. Questa tecnologia utilizza sistemi multi ugello oppure mono ugello e si basa sulla scrittura in una o più righe di caratteri che permettono di identificare il prodotto.

Nel primo caso la marcatura avviene utilizzando delle speciali pistole spray installate su un blocco di base che accoglie al suo interno diversi canali come ad esempio quello per la circolazione della vernice, quello per l'aria di atomizzazione, quello dell'agente pulente e dell'aria compressa utilizzata per la pulizia nel caso sia presente il sistema di lavaggio automatico.

Le singole pistole vengono attivate mediante delle elettrovalvole a solenoide ed il controllo può essere pneumatico oppure elettromagnetico, dipende dal campo di applicazione.

Con i sistemi multi ugello si ha una marcatura punteggiata, infatti i caratteri che vengono scritti sulla superficie del prodotto sono costruiti tramite una matrice di punti definita in precedenza per ogni carattere e può avere diverse dimensioni in base alle esigenze di marcatura.

Le dimensioni dei punti da eseguire e la quantità di vernice sono regolabili per ogni ugello, questo permette di ottenere caratteri di diverse dimensioni e di avere una marcatura visibile chiaramente anche da grandi distanze.

La tecnologia multi ugello permette una marcatura rapida e viene scelta quando l'intervallo tra una marcatura e quella successiva è breve.

Con i sistemi mono ugello viene utilizzata invece una singola pistola spray installata su un supporto di base lavorato internamente per consentire la circolazione dei materiali di consumo.

L'attivazione della pistola avviene mediante un'elettrovalvola a solenoide ed il controllo è pneumatico, cioè per funzionare necessita di aria compressa. In questo caso i caratteri da marcare sulla superficie del prodotto sono definiti da una linea continua e le dimensioni della linea può essere regolata intervenendo direttamente sulla pistola spray.

La tecnologia mono ugello fornisce una velocità di scrittura più bassa rispetto al caso precedente e viene scelta quando l'intervallo tra una marcatura e quella successiva è abbastanza lungo.

In entrambi i casi il principio di scrittura è molto semplice, una piccola quantità di vernice viene introdotto nella zona di miscelazione che è presente all'interno di ogni singola pistola, quando la pistola è attivata la vernice viene immediatamente spruzzata dall'aria di atomizzazione contro la superficie del prodotto, creando il punto oppure la linea.



Figura 1 Marcatura punteggiata



Figura 2 Marcatura definita da una linea continua

- Marcatura a punzoni

La tecnologia a punzoni viene utilizzata per la marcatura di lastre, blumi e billette. La marcatura avviene per deformazione plastica del materiale attraverso l'utilizzo di punzoni, essi riproducono lettere e numeri che vengono poi incisi sul prodotto in una o più righe creando così i caratteri o i codici che possono essere letti con opportuni dispositivi di riconoscimento. L'incisione dei caratteri avviene grazie a macchinari ad impatto oppure a rullamento in funzione della forma dell'oggetto da identificare.

E' una tipologia di marcatura a stampaggio che ha bassi costi di gestione, bassi consumi di aria compressa e nessun costo per le vernici oppure inchiostri. Inoltre permette di avere una buona leggibilità dei caratteri con elevata durata nel tempo della marcatura.



Figura 3 Marcatura a punzoni

- Marcatura a micro punti

La tecnologia a micro percussione o a micro punti viene utilizzata per la marcatura di lastre, fogli, tubi e profilati, la marcatura è realizzata attraverso appositi macchinari a controllo numerico programmabili attraverso computer o apposita elettronica.

La testata di marcatura è costituita da un singolo punzone che viene movimentato su due assi x-y e azionato in modo da formare le lettere, i numeri o i simboli che costituiscono le informazioni da riportare sull'oggetto, la creazione dei caratteri avviene per deformazione della zona di contatto.

Oppure la testata di marcatura può avere più aghi che vengono attivati in sequenza in relazione ai caratteri da riportare sul prodotto andando a creare una matrice di punti ottenuta per deformazione plastica del materiale.

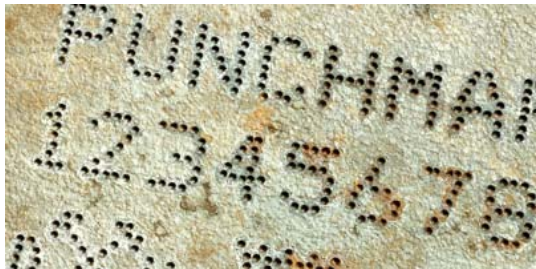


Figura 4 Marcatura a micro punti

- Marcatura a polvere spray/a filo metallico

La tecnologia a polvere spray viene utilizzata per la marcatura di prodotti caldi come billette, blumi e lastre. La marcatura viene realizzata mediante una pistola mobile mossa da una macchina automatica, la pistola spruzza una speciale polvere di metallo che viene fusa e applicata sul prodotto, grazie al movimento continuo della pistola spray permette di scrivere i caratteri desiderati.

Un'altra tecnologia è la marcatura con filo metallico fuso, anche questa tecnica viene utilizzata per la marcatura di prodotti caldi come billette, blumi e lastre.

L'operazione di scrittura viene realizzata utilizzando una speciale pistola che sfrutta un arco elettrico per fondere il filo metallico e successivamente spruzzare le gocce di materiale fuso sul prodotto da marcare, grazie al movimento continuo dell'unità di marcatura vengono scritti i caratteri alfanumerici desiderati.

La marcatura eseguita con questa tecnologia è in grado di durare per molto tempo anche se esposta a condizioni difficili.



Figura 5 Marcatura a spruzzo di polvere metallica

1.2. Tecnologie consolidate

Finora ho descritto la tecnologia di marcatura disponibile sul mercato e che può essere utilizzata per contrassegnare diversi prodotti siderurgici.

Considerando il caso specifico della marcatura di bobine in acciaio e alluminio, la tecnologia utilizzata è quella a spruzzo di vernice oppure inchiostro con sistema mono ugello oppure multi ugello.

Per permettere i movimenti della testa di marcatura attorno al prodotto si utilizzano robot industriale a 6 assi oppure macchine automatiche a ponte/pavimento che permettono movimenti lungo gli assi x-y.

Per completare il sistema di marcatura è necessario ulteriore equipaggiamento come il gruppo di alimentazione del materiale utilizzato per la marcatura che possono essere serbatoi per vernici, inchiostri e polveri metalliche oppure bobine nel caso di marcatura con filo metallico.

Sono necessari accessori per il gruppo di alimentazione come agitatori, sensori di livello, regolatori di pressione e valvole di sicurezza.

Molto importante è l'utilizzo dei filtri per mantenere pulita l'aria compressa e il materiale utilizzato per la marcatura nel caso di vernici ed inchiostri.

Ulteriore equipaggiamento è il gruppo per l'alimentazione dell'agente pulente nel caso il sistema sia provvisto del circuito di lavaggio, con relativo sistema per la miscelazione dell'aria e del detergente da utilizzare durante la fase di lavaggio.

Altri dispositivi dell'impianto di marcatura sono i regolatori di pressione per l'aria compressa, la pompa di aspirazione per le vernici, gli inchiostri e le polveri metalliche, i cavi per il trasporto del materiale e dell'aria compressa, i sistemi di raffreddamento e le protezioni termiche nel caso di marcatura a caldo.

Per il funzionamento, il controllo e la gestione dell'intero sistema di marcatura occorre l'equipaggiamento elettrico ed elettronico come l'unità di comando locale per permettere l'interfaccia uomo-macchina, sistemi di protezione e dispositivi di sicurezza, sistemi per la gestione dei movimenti e dei parametri della macchina, l'unità di controllo dell'impianto pneumatico, sensori di misurazione e sistemi per permettere alla macchina di posizionarsi sul

prodotto e l'unità di comando principale per la gestione dell'intero sistema di marcatura. Alcune aziende leader nella produzione e commercializzazione di sistemi completi per la marcatura delle bobine sono la Numtec-Interstahl, la Green Project e la Tebulo.

1.2.1.Numtec-Interstahl

E' un gruppo tecnologico globale specializzato in sistemi per l'identificazione dei prodotti nell'industria dell'acciaio e dell'alluminio, producono diversi modelli di macchine per la marcatura e le integrano con i loro dispositivi di lettura per un riconoscimento automatico e veloce dei marchi.

Offrono principalmente due tipologie di macchine che possono essere utilizzate per la marcatura di bobine in acciaio e alluminio.

- Macchina per la marcatura con singolo ugello

Questa tipologia di macchina è disegnata per la marcatura di coils, tubi, lastre, billette e blumi, offre alte prestazioni in ambienti difficili come le industrie siderurgiche con temperature dei prodotti variabili da -5°C a 1100°C.

Il sistema è basato sulla tecnologia di marcatura a spruzzo mono ugello con l'impiego di speciali vernici a base d'acqua per applicazioni a caldo fino a 1100°C mentre si utilizzano vernici a base di solvente per prodotti freddi con temperature da -5°C a 200°C.

Il sistema utilizza una testa di marcatura compatta con una singola pistola spray che permette di marcare il prodotto mediante una linea continua ed i caratteri possono essere scritti su una o più righe.

Questo sistema di marcatura ha elevata affidabilità, buona precisione di scrittura e le attrezzature necessitano di bassa manutenzione, infatti i componenti elettrici e meccanici sono opportunamente progettati per lavorare in ambienti difficili.

Possono essere utilizzati diversi sistemi per controllare i movimenti e i parametri della macchina automatica e della testata di marcatura (ad esempio il PLC SPS Siemens S7), inoltre possono essere utilizzati diversi sistemi di diagnosi dei guasti.

Nel caso di marcatura a caldo si possono adottare coperture per la protezione termica e un sistema di raffreddamento ad aria forzata per mantenere bassa la temperatura all'interno dell'unità di marcatura.

Il sistema offre una marcatura uniforme grazie al movimento continuo e fluente della testa di marcatura, sono possibili semplici caratteri alfanumerici, caratteri speciali e caratteri di altri alfabeti (ad esempio cinese, cirillico, farsi, hindi).

La dimensione standard dei caratteri è di 30 mm ma è possibili avere caratteri di grandi dimensioni per avere una alta visibilità anche a grande distanza, infatti la dimensione dei

caratteri è variabile da 30 a 150 mm aggiustando la quantità di vernice che viene spruzzata e regolando la pressione dell'aria compressa utilizzata per la marcatura.

E' un sistema estremamente flessibile con la possibilità di espandere le funzionalità, i cicli di marcatura sono estremamente brevi e il consumo di energia è di circa 5 kVA, il sistema permette la marcatura solo su prodotti fermi.

Per un corretto funzionamento il sistema richiede aria compressa filtrata ed essiccata con una pressione minima di 4 bar e con un consumo massimo di 0.1 Nm³/min durante il processo di marcatura.



Figura 6 Versione robot di una macchina di marcatura a singolo ugello

L'equipaggiamento di marcatura può essere combinato con un robot industriale a 6 assi, in questo caso i caratteri sono generati da un robot che muove la testata di marcatura lungo il prodotto da marcare e come una mano umana scrive il codice impostato dall'operatore. Questa configurazione offre elevate prestazioni, affidabilità e rapidità di marcatura.

Oppure l'equipaggiamento può essere combinato con macchine automatiche a ponte/pavimento, sono costituite da una robusta costruzione in acciaio che costituisce il telaio della macchina sulla quale la testa di marcatura si muove lungo delle rotaie, la corsa della testata di marcatura viene controllata mediante dei servomotori e dei dispositivi di sicurezza.

I caratteri sono generati dal movimento della testata di marcatura lungo gli assi x e y e la loro dimensione è variabile andando ad aggiustare la quantità di vernice da spruzzare.

Per mantenere una buona qualità della marcatura si utilizza un sistema di lavaggio automatico che viene impostato dall'operatore, il processo di lavaggio consente di evitare l'intasamento

dell'ugello aumentando così l'affidabilità dell'impianto e riducendo drasticamente i lavori di manutenzione.

Durante il ciclo di lavaggio nel caso della macchina versione robot, il sistema sposta la testa di marcatura lungo le spazzole presenti sulla base del robot allo scopo di pulire anche la superficie interna della testata, in tal modo sarà garantita alta affidabilità e la continuità di funzionamento dell'equipaggiamento di marcatura.

Come ho spiegato in precedenza il supporto di base sulla quale viene montata la pistola spray è costituito da una serie di canali che permettono la circolazione dei materiali di consumo, come ad esempio quello per la vernice, per l'aria compressa e i canali per il circuito di lavaggio. Anche l'ugello della pistola spray è provvisto del canale di lavaggio e nel caso di marcatura a caldo viene risciacquato con l'acqua.

La costruzione dell'ugello permette di evitare il contatto tra l'acqua di lavaggio e la vernice, il che garantisce un disegno di marcatura molto preciso, in quanto l'acqua di lavaggio non fuoriesce dall'ugello e la vernice non si diluisce.

In questo modo si può evitare la necessità di eseguire sul rotolo molteplici prove prima dell'avviamento della macchina riducendo così il consumo della vernice e ottimizzando l'affidabilità della pistola spray.



Figura 7 Sistema completo di marcatura a spruzzo mono ugello

- Macchina per la marcatura con multi ugello

Questa tipologia di macchina è disegnata per avere una rapidità di marcatura maggiore rispetto al sistema di marcatura con singolo ugello, infatti permette velocità di scrittura fino a 2.5 m/s con prodotti fermi oppure in movimento.

Il sistema può essere impiegato in ambienti difficili come le industrie siderurgiche per la marcatura di bobine, tubi, lastre, billette e blumi con temperature superficiali dei prodotti fino a 1100°C.

Il sistema è basato sulla tecnologia di marcatura a spruzzo multi ugello con l'utilizzo di speciali vernici a base d'acqua per applicazioni a caldo fino a 1100°C e l'utilizzo di vernici a base di solvente per prodotti freddi con temperature da -5°C a 200°C.

La macchina utilizza una testata di marcatura compatta e costituita da un blocco di base nel quale vengono montate sette o nove pistole a spruzzo, esse vengono mosse parallelamente al prodotto da marcare e la vernice viene espulsa in una matrice di punti 7x5 oppure 9x7 precedentemente specificata per ogni carattere, inoltre la scelta del numero di pistole viene fatta in base all'applicazione.

La marcatura può avvenire su una o più righe, lungo la superficie circolare del rotolo oppure sulla superficie piatta della testata del coil.

La dimensione standard dei caratteri è di 40 mm ma è possibile ottenere caratteri di grandi dimensioni per avere una alta visibilità anche a grande distanza.

La dimensione dei caratteri è variabile da 40 a 200 mm intervenendo direttamente su ogni singola pistola, regolando la dimensione dei punti, aggiustando la quantità di vernice che viene spruzzata e regolando la pressione dell'aria compressa utilizzata per la marcatura.

Sono possibili semplici caratteri alfanumerici, caratteri speciali, loghi aziendali ed caratteri di altri alfabeti come ad esempio cinese, cirillico, farsi, hindi.

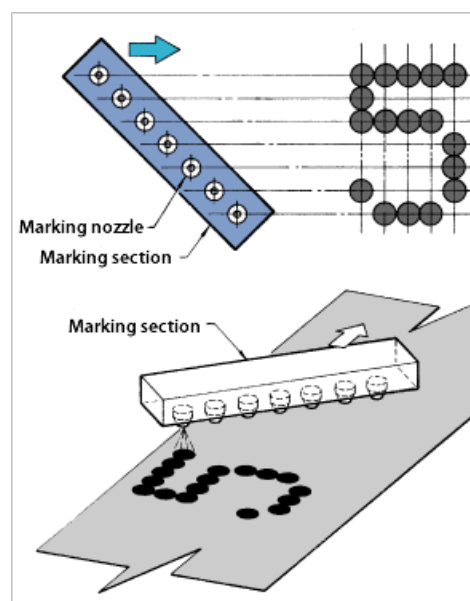


Figura 8 Composizione di una matrice di punti 7x5

Rispetto al sistema di marcatura precedente, quest'ultimo per un corretto funzionamento necessita di una pressione minima dell'aria compressa maggiore circa 6 bar, tuttavia permette di ottenere caratteri di dimensioni maggiori ma ciò richiede un maggiore consumo di energia circa 10 kVA e di aria compressa, massimo 1.2 Nm³/min durante il processo di marcatura.

Questo sistema di marcatura offre elevata affidabilità e bassa manutenzione perché i vari componenti sono stati progettati per poter lavorare in situazioni difficili.

L'equipaggiamento di marcatura può essere combinato con un robot industriale a 6 assi, in questo caso i caratteri sono generati da un robot che muove la testata di marcatura con 7 o 9 pistole spray lungo il prodotto da marcare.

L'equipaggiamento può essere combinato anche con macchine automatiche a ponte/pavimento, esse sono costituite da una robusta costruzione in acciaio che costituisce il telaio della macchina sulla quale la testa di marcatura si muove lungo delle rotaie, la sua corsa viene controllata mediante dei servomotori e dei dispositivi di sicurezza.

Come nel sistema precedente anche in questa macchina nel caso di marcatura a caldo si possono adottare coperture per la protezione termica, sistemi di raffreddamento ad aria forzata per mantenere bassa la temperatura all'interno dell'unità di marcatura e per mantenere una buona qualità della marcatura si utilizza un sistema di lavaggio automatico uguale a quello descritto per la macchina precedente.

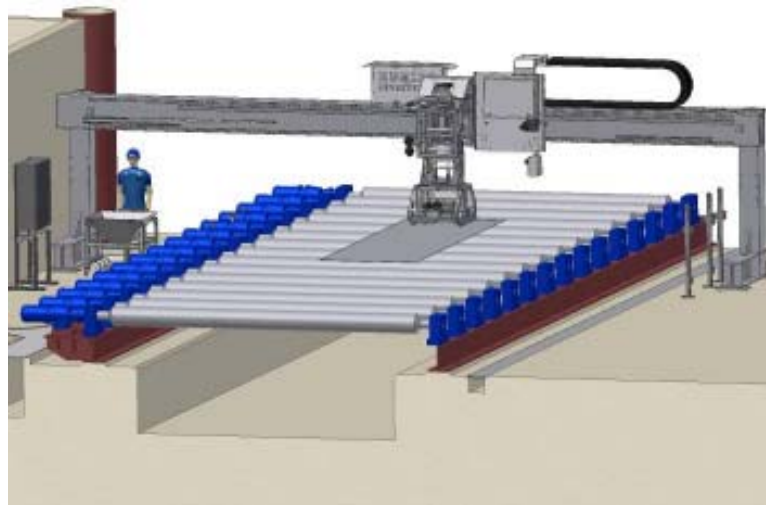


Figura 9 Versione a ponte di una macchina di marcatura multi ugello

1.2.2.Green Project

Green Project è un leader mondiale nella produzione di sistemi di marcatura per prodotti in acciaio e alluminio, freddi e caldi (fino a 1100°C), inoltre fornisce dispositivi di riconoscimento e offre macchine per la marcatura che coprono tutte le applicazioni dell'industria siderurgica.

Le testate utilizzate per la marcatura di bobine in acciaio e alluminio sfruttano la tecnologia TEMA e la marcatura è ottenuta per nebulizzazione di speciali vernici sulla superficie del prodotto.

I sistemi proposti possono operare con diverse tipologie di vernici ed inchiostri che possiedono differenti caratteristiche in grado di soddisfare le richieste più esigenti. La tecnologia di marcatura TEMA è disponibile in tre diverse soluzioni: tecnologia TEMA multi, TEMA mono e TEMA HP.

- Tecnologia TEMA multi

E' un sistema di marcatura a vernice modulare in cui la testa di marcatura è costituita da un blocco di base a cui sono fissati con singoli bulloni una serie di pistole spray in acciaio inossidabile (7, 9, 12), esse sono in grado di spruzzare puntini di vernice ed i caratteri sono costruiti tramite una matrice di punti.

Questa tecnologia viene impiegata per la marcatura di prodotti con temperature superficiali fino a 1100°C, consente diversi stili di marcatura come ad esempio la marcatura standard, invertita, su una o più righe, marcatura statica (testa mobile sopra il prodotto fermo) o marcatura dinamica (durante il trasporto del prodotto).

E' possibile ottenere diversi tipi di caratteri alfanumerici, loghi, codici data matrix leggibili con opportuni dispositivi di riconoscimento e caratteri speciali con dimensioni da 28 a 200 mm di altezza impostabili dall'operatore.

Infatti sulla parte superiore di ogni ugello c'è una vite per la regolazione accurata della corsa dell'ago al fine di controllare la quantità di vernice e regolare le dimensioni dei punti che vengono creati.

I caratteri da marcare vengono impostati dall'operatore mediante l'interfaccia uomo-macchina oppure scaricati da un'interfaccia remota. La testata di marcatura è compatta e le singole pistole sono disposte in modo da consentire una facile manutenzione, inoltre questo sistema di marcatura è progettato per contrassegnare una riga di caratteri.

Per ottenere il testo la testa di marcatura deve essere spostata parallelamente alla superficie da marcare e per questo si utilizza un motore con regolatore di frequenza, durante il movimento le singole pistole vengono attivate in sequenze e creano i punti che definiscono i simboli, il tutto è controllato dalla centralina.

Se sono necessarie più linee di caratteri ci sono due alternative, nel primo caso le linee aggiuntive sono contrassegnate in sequenza dalla stessa testa di marcatura, in questo caso è necessaria un'unità di manipolazione capace di spostare la testa all'inizio di ogni riga oppure nel secondo caso possono essere installate più teste di marcatura in relazione al numero di righe necessarie, in questo modo le varie righe di caratteri sono create tutte nello stesso momento minimizzando il tempo di ciclo ma aumentando il costo del sistema.



Figura 10 Blocco di marcatura con 7 pistole spray

Le singole pistole di marcatura sono a comando pneumatico così da assicurare una marcatura nitida e sono controllate singolarmente da una elettrovalvola a solenoide a 3porte/2 posizioni. Il blocco di base contiene i condotti che portano la vernice e l'aria agli ugelli, l'interfaccia di collegamento tra la base e le pistole è protetta da una guarnizione ad o-ring.

La pressione dell'aria può essere regolata per migliorare il funzionamento così da fornire una gamma di forze che permettono di evitare intasamenti, inoltre la separazione tra i circuiti d'aria e di vernice è fatta da una speciale guarnizione a forma di C.

La testa di marcatura è fornita di un circuito pneumatico che porta l'aria a due livelli di pressione, durante la marcatura si utilizza una pressione elevata che permette di creare la vernice spray, infatti una piccola quantità di vernice viene introdotto nella zona di miscelazione e viene immediatamente spruzzata dall'aria pressurizzata contro la superficie del prodotto e creando il punto di vernice.

Durante lo stand-by della macchina ci si trova ad una pressione più bassa utile per mantenere puliti e privi di depositi di vernice gli ugelli.

Il sistema è molto affidabile, richiede una manutenzione limitata e permette una marcatura rapida fino a 50 caratteri al secondo. La tecnologia TEMA multi può essere impiegata con macchine automatiche a pavimento oppure robot industriali, questi sistemi garantiscono una soluzione conveniente e assicura una marcatura di alta qualità e ad alta velocità.

La struttura della macchina viene progettata in base all'orientamento del coil e alla posizione del testo da marcare, l'orientamento del coil può essere con asse verticale oppure orizzontale rispetto al sistema di trasporto mentre la marcatura può essere eseguita sulla superficie cilindrica ad esempio nella zona circonferenziale o lungo l'asse della bobina, oppure sulla superficie piana del rotolo ad esempio lungo una linea retta o curva.

La macchina possiede un sistema di adeguamento automatico alle dimensioni del coil così da individuare la posizione corretta di marcatura.



Figura 11 Versione a pavimento di una macchina per la marcatura con tecnologia TEMA multi

Il sistema comprende anche una cabina di preparazione della vernice che contiene anche i circuiti per il ricircolo della vernice, una cabina pneumatica, il sistema di lavaggio automatico per mantenere gli ugelli puliti e assicurare sempre una buona qualità di marcatura, una cabina principale con l'interfaccia uomo-macchina per controllare i movimenti ed i parametri della macchina e della testata di marcatura.

Per le applicazioni a caldo il sistema è dotato di un kit per la protezione termica dei componenti esposti al calore.

Per la scrittura vengono utilizzati diversi tipi di inchiostri e vernici, per applicazione a freddo si possono usare vernici a base di solvente o alcool ed inchiostro di tipo MEK o a base di alcool, per applicazioni a caldo si possono usare vernici a base d'acqua, possono essere impiegate anche vernici speciali resistenti al successivo riscaldamento del prodotto fino a 750°C per prodotti di l'alluminio. Il consumo di vernice è di circa 10 gr per 1000 punti, circa 60 caratteri alti 70 mm.

- Tecnologia TEMA mono

E' un sistema di marcatura a vernice basato su una singola pistola fissata ad un supporto di base che ospita all'interno i canali che consentono la circolazione della vernice e dell'aria compressa, il sistema è in grado di spruzzare una linea continua di vernice e come una mano umana definisce i caratteri in una vasta gamma di dimensioni.

Questa tecnologia viene impiegata per la marcatura di prodotti con temperature superficiali da 20°C fino a 1100°C, consente diversi stili di marcatura come ad esempio la marcatura standard, invertita, su una o più righe e la marcatura statica (testa mobile sopra il prodotto fermo).

La pistola è a comando pneumatico e viene controllata con una elettrovalvola a solenoide a 3 porte/2 posizioni, è possibile ottenere caratteri alfanumerici, loghi, codici data matrix e caratteri speciali con diverse dimensioni, da 28 a 200 mm di altezza impostabile dall'operatore aggiustando lo spessore della linea grazie ad un sistema di regolazione a vite posta sulla parte superiore dell'ugello che permette di regolare la corsa dell'ago così da controllare la quantità di vernice da spruzzare.

I caratteri da marcare vengono impostati dall'operatore mediante l'interfaccia uomo-macchina oppure scaricati da un'interfaccia remota.



Figura 12 Pistola spray della tecnologia TEMA mono

Il sistema è compatto, richiede bassa manutenzione, è provvisto di un sistema di lavaggio automatico per eliminare eventuali residui di vernice dall'ugello ma rispetto alla tecnologia TEMA multi la marcatura è più lenta circa 1.5 caratteri al secondo.

La tecnologia TEMA mono viene impiegata con robot industriali a 6 assi che sono più flessibili rispetto alle macchine standard in quanto possono essere facilmente aggiornati ed modificati al fine di soddisfare le diverse esigenze di marcatura, infatti con questo sistema è possibile applicare anche speciali etichette sulla superficie della bobina.

Il robot è provvisto di un sistema di adeguamento automatico alle dimensioni del rotolo così da individuare la posizione corretta di marcatura che può essere eseguita sulla superficie cilindrica ad esempio nella zona circonferenziale o lungo l'asse della bobina, oppure sulla superficie piana della bobina ad esempio lungo una linea retta o curva, inoltre l'orientamento del rotolo può essere con asse verticale o orizzontale rispetto al nastro di trasporto.

Come per la macchina vista precedentemente anche quest'ultima ha bisogno di una cabina di preparazione della vernice, di una cabina pneumatica, del sistema di lavaggio automatico per mantenere gli ugelli puliti e assicurare sempre una buona qualità di marcatura, di una cabina principale per controllare i movimenti ed i parametri del robot e della testata di marcatura e di una postazione di controllo per consentire l'interfaccia uomo-macchina.

Per le applicazioni a caldo il sistema viene dotato con un kit per la protezione termica dei componenti esposti al calore.

Le vernici ed inchiostri da impiegare in questa sistema di marcatura sono le stesse viste nella macchina precedente, per applicazione a freddo si possono usare vernici a base di solvente o alcool ed inchiostro di tipo MEK o a base di alcool, per applicazioni a caldo si possono usare vernici a base d'acqua, inoltre possono essere impiegate anche vernici speciali resistenti al successivo riscaldamento del prodotto fino a 750°C per prodotti in l'alluminio.

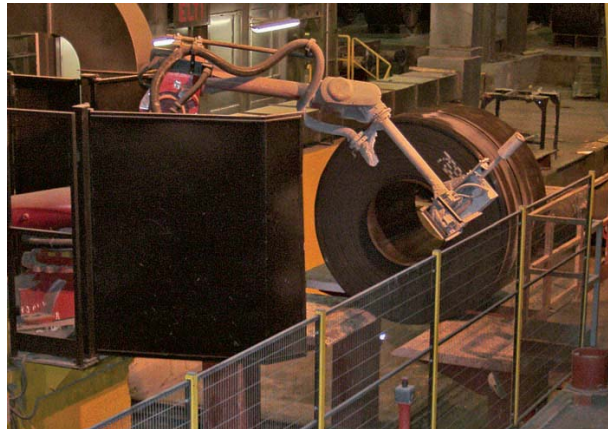


Figura 13 Versione robot di una macchina per la marcatura con tecnologia TEMA mono

- Tecnologia TEMA HP

E' un sistema di marcatura a vernice oppure inchiostro modulare adatto per ottenere caratteri di alta qualità e per avere un processo di marcatura ad alta velocità, la testa di marcatura è costituita da varie pistole (7, 16, 32), sono a comando elettromagnetico e permettono di ottenere caratteri sottoforma di matrice di punti, da 7 a 32 punti di altezza.

Si possono ottenere semplici caratteri alfanumerici, caratteri speciali, loghi e codici data matrix con diverse dimensioni, da 10 a 132 mm impostabile dall'operatore.

Il sistema è compatto, di piccola dimensioni e con sistema di lavaggio automatico, tuttavia non è adatto per applicazioni a caldo.



Figura 14 Blocco di marcatura TEMA HP

1.2.3.Tebulo

E' una società di ingegneria che sviluppa macchine speciali per una vasta gamma di industrie, nel caso specifico delle industrie siderurgiche che producono rotoli di acciaio o alluminio Tebulo offre sistemi robotizzati in grado di lavorare con prodotti metallici che hanno temperature superficiali fino a 750°C per la marcatura e l'applicazione di etichette.

I sistemi di marcatura offerti sono completamente automatici, consentono una marcatura di precisione e di qualità, hanno bassi costi di manutenzione e alta affidabilità dal punto di vista meccanico anche in condizioni di lavoro difficili.

Tali sistemi permettono una alta velocità di marcatura circa 0.2 s per carattere, possono essere utilizzati sia per la marcatura a freddo che a caldo e possono essere facilmente installati all'interno di linee produttive nuove o già esistenti.

Il sistema è costituito da un robot che permette di muovere la testata di marcatura attorno al prodotto, la macchina è dotata di un dispositivo di misurazione delle dimensioni del coil allo scopo di individuare la posizione corretta di marcatura, il diametro massimo della bobina da contrassegnare può essere di 2700 mm mentre la larghezza fino a 2200 mm.

Il sistema impiega circa 16 s per effettuare la misurazione mentre il tempo per la marcatura dipenderà dalle dimensioni del rotolo e dai caratteri che si devono scrivere.

La testata di marcatura può essere multi ugello oppure mono ugello, nel primo caso è costituita da un supporto di base sulla quale vengono montate sette pistole spray, il controllo dei singoli ugelli è pneumatico e vengono attivati mediante elettrovalvole a solenoide.

Questo sistema permette di scrivere i caratteri sottoforma di una matrice di punti 7x5 con dimensioni variabili da 50 a 100 mm.

Nel secondo caso al supporto di base viene montata una singola pistola spray che permette di scrivere i caratteri mediante una linea continua, le dimensioni dei caratteri sono variabili da 50 a 120 mm e dipende dalle dimensioni del rotolo.

La marcatura può avvenire sulla superficie piatta della bobina ad esempio lungo una linea retta o curva oppure sulla circonferenza della bobina in una o più righe.

Per la marcatura vengono utilizzate vernici non tossiche e che non creano intasamento nell'ugello, così da avere una marcatura nitida ciclo dopo ciclo ed evitare operazioni intermedie di pulizia.

E' un sistema flessibile perché si possono espandere le funzionalità, infatti questo sistema di marcatura offre anche la possibilità di applicare speciali etichette sulla superficie del prodotto per aumentare le informazioni necessarie per la tracciabilità dell'elemento. Nel caso di marcatura a caldo il sistema è munito di protezioni termiche.

2.DEFINIZIONE DEL PROBLEMA

L'obiettivo della tesi è quello di valutare la possibilità di realizzare un sistema di marcatura a spruzzo di vernice da utilizzare per la marcatura di bobine di acciaio e alluminio con temperature superficiali variabili da 20°C fino a 1000-1100°C.

Il sistema di marcatura deve permettere di contrassegnare il prodotto con semplici e speciali caratteri alfanumerici di colore bianco, le cui dimensioni sono variabili tra 30 e 150 mm.

La marcatura deve avvenire sulla superficie circolare o sulla testata piatta del rotolo, lungo una o più linee che dipenderà dalle dimensioni del carattere, inoltre l'operazione di scrittura potrà inizierà solo quando il rotolo sarà fermo.

Il sistema deve permettere una marcatura abbastanza veloce, ad esempio 60 s per creare 10 caratteri delle dimensioni di 100 mm di altezza, in realtà poi il tempo del ciclo di marcatura dipenderà dalle dimensioni del rotolo e dal numero di caratteri che dovranno essere marcati.

La superficie da marcare può essere secca, umida oppure oleosa dipende da come si presenta la bobina al momento della marcatura.

Tutto l'impianto dovrà essere installato in prossimità del gruppo di trasporto dei coils, essi possono avere diverse dimensioni e arrivare all'unità di marcatura con l'asse del foro parallelo al nastro di avanzamento.

Il sistema di marcatura dovrà essere facilmente installato ed adattato su macchine automatiche a ponte/pavimento oppure su robot industriali.

Per quanto riguarda le conoscenze teoriche e pratiche di sistemi adatti a lavorare con le bobine di acciaio e alluminio, l'Itipack non è completamente estranea a questo settore visto che produce già macchine automatiche per il settore siderurgico, infatti i loro impianti permettono di applicare reggette metalliche sui rotoli in modo da legare il prodotto e assicurare così l'imballaggio.

Inoltre hanno sviluppato da poco un impianto che sfrutta un robot industriale a 6 assi e consente in modo automatico di tagliare e rimuovere le reggette metalliche dai rotoli in modo da poter utilizzare il prodotto per le successive lavorazioni.

Per quanto riguarda il settore della marcatura industriale l'Itipack è completamente estranea, per questo motivo il mio compito è di individuare l'equipaggiamento necessario per definire il sistema di marcatura e che possa essere installato in una macchina automatica.

Il lavoro è composto da diversi punti:

- a) In principio devo analizzare le macchine di marcatura già presenti sul mercato per capire come lavorano, le prestazioni che forniscono, la tecnologia che utilizzano e per capire quali sono i dispositivi che compongono il sistema di marcatura.
- b) Successivamente devo effettuare una ricerca industriale di mercato per individuare le aziende che producono e commercializzano i vari dispositivi utilizzati per la marcatura, per individuare l'equipaggiamento necessario per definire un impianto di marcatura, per capire che tipologia di vernici e di agenti pulenti si devono utilizzare in relazione al campo di applicazione. Con la ricerca di mercato devo individuare anche le aziende che producono e commercializzano tutti quei componenti elettrici ed elettronici necessari per controllare e gestire l'impianto di marcatura e per impostare l'operazione di scrittura.
- c) Una volta individuate le aziende e i rispettivi componenti da loro offerti, sono passato a contattare telefonicamente e per e-mail tali aziende oppure a richiedere degli incontri con i loro rappresentanti. L'obiettivo è di poter avere maggiori informazioni sulle caratteristiche tecniche dei vari dispositivi, per richiedere preventivi, disegni tecnici dei componenti, cataloghi, per conoscere la disponibilità dei prodotti e per richiedere schemi impiantistici che rappresentano in maniera tecnica le possibili configurazioni di realizzazione dei sistemi di marcatura. Contattare tali aziende mi permette anche di avere opinioni e consigli da parte degli esperti, con lo scopo di individuare con più facilità quale configurazione è la più adatta a lavorare nel settore di interesse e quale soddisfi le esigenze di marcatura definite in precedenza.

Nel sistema di marcatura che andranno a sviluppare vorrebbero impiegare lo stesso robot industriale a 6 assi della ABB utilizzato nell'impianto per rimuovere le reggette metalliche dai rotoli, inoltre vorrebbero utilizzare anche gli stessi componenti elettrici ed elettronici utilizzati per muovere, controllare e gestire il robot, ovviamente il tutto adattato alla nuova condizione di lavoro.

Questo vuol dire che la macchina automatica prescelta dovrà essere equipaggiata con nuovi dispositivi che permettono di eseguire la marcatura come ad esempio la testata di marcatura, i sensori che consentono di misurare il prodotto e individuare la posizione adatta per la scrittura, protezioni termiche e tutto l'equipaggiamento necessario per completare l'impianto di marcatura.

La macchina dovrà essere equipaggiata anche con tutti quei componenti elettrici ed elettronici necessari per controllare e gestire la testa di marcatura, per impostare il testo da scrivere e per controllare la sequenza di marcatura.

Inoltre la macchina dovrà essere equipaggiata anche con tutti quei componenti elettronici necessari per gestire i dispositivi che compongono l'impianto di marcatura. L'Itipack vorrebbe acquistare solamente i componenti necessari per definire l'impianto pneumatico del sistema di marcatura, mentre per i vari dispositivi elettronici ed elettrici che andrò a definire nel corso della tesi, l'azienda vorrebbe utilizzare quei dispositivi che sono già in loro possesso e adattarli alle nuove configurazioni di lavoro.

Nel caso in cui non sia possibile adattare i componenti, valuteranno la possibilità di acquistare anche i componenti elettrici ed elettronici dalla stessa azienda che offre i dispositivi dell'impianto pneumatico.

Come già detto in precedenza il sistema di marcatura che verrà sviluppato sarà studiato per lavorare con i rotoli di acciaio o alluminio, questo perché è il ramo dell'industria siderurgica che interessa principalmente all'Itipack.

La struttura della macchina e dell'impianto sarà configurata e adattata per operare con le bobine, tuttavia l'impianto di marcatura deve essere in grado di adattarsi per lavorare anche con altri prodotti metallici come ad esempio lastre, billette e blumi, in modo da fornire ai futuri clienti una macchina flessibile in grado di soddisfare svariate esigenze di marcatura.

Un ulteriore problema legato allo sviluppo di un sistema di marcatura sta nel fatto che l'Itipack dovrà competere con aziende già presenti sul mercato e che si sono fatte un nome all'interno di questo settore, aziende che producono e commercializzano già sistemi completi per la marcatura e che sfruttano una tecnologia consolidata.

Per questo motivo prima di introdurre sul mercato la loro macchina di marcatura, l'Itipack dovrà eseguire molti test e collaudi per assicurarsi di fornire ai futuri clienti delle macchine per la marcatura di nicchia, che hanno un qualcosa in più in termini di prestazione, di tecnologia, di costi o di gestione rispetto agli impianti offerti dai concorrenti.

3.SOLUZIONI ESAMINATE

3.1.Ricerca di mercato

In principio ho analizzato le macchine di marcatura presenti sul mercato e ho cercato di individuare i dispositivi che compongono un sistema di marcatura, inoltre ho valutato le possibili configurazioni di costruzione dell'impianto di marcatura.

Una volta individuato l'equipaggiamento necessario sono passato a cercare informazioni sulle loro caratteristiche tecniche, con l'obiettivo di trovare i dispositivi più adatti al lavorare nel caso di marcatura a caldo di prodotti metallici.

Successivamente per poter realizzare il sistema di marcatura completo adatto alle esigenze richieste, ho cominciato con il cercare attraverso internet le possibili aziende che producono e commercializzano i dispositivi per la marcatura industriale.

Una volta individuati i componenti più adatti sono passato a contattare telefonicamente e per e-mail tali aziende, allo scopo di avere maggiori dettagli ed informazioni sulle loro caratteristiche tecniche, sui costi, sulle loro prestazioni e sulla reperibilità dei prodotti.

Dopo un'accurata ricerca ho individuato tre possibili aziende che forniscono i componenti per costruire un sistema di marcatura e sono la Magnemag, la Rea-Jet e la Walther Pilot.

3.1.1.Magnemag

Questa azienda danese produce e commercializza componenti per i sistemi di marcatura da impiegare nell'industria siderurgica, tuttavia dalla ricerca ho ricavato informazioni solamente sulle pistole automatiche utilizzate per marciare i prodotti.

In particolare la Magnemag fornisce blocchi di marcatura multi ugello costituiti da un certo numero di pistole spray, la tecnologia impiegata nelle loro pistole automatiche si basa sulla marcatura a spruzzo di vernici ed inchiostri e può essere classica oppure combi-jet.

a) Blocco per la marcatura classica

Questo tipo di sistema si basa sull'utilizzo di sette pistole spray disposte in linea e montate su un collettore, il tutto costituisce la sezione di marcatura. Il controllo delle singole pistole è elettromagnetico e avviene mediante elettrovalvole a solenoide Magnet Schutz, cioè le pistole non necessitano di aria compressa per funzionare ma ogni ugello ha la sua elettrovalvola che quando è sollecitata elettricamente permette di sollevare l'ago e di erogare così la vernice solo su richiesta.

In questo blocco di marcatura si utilizzano solo vernici e le principali applicazioni nell'industria siderurgica sono con bobine, tubi, profilati, billette, blumi e lastre, inoltre questo sistema

permette di marcare prodotti con temperature superficiali variabili da -30°C a 1000°C. Le singole pistole sono composte da un'ugello per la vernice a cui si aggiungono l'ugello per l'aria di atomizzazione e per l'agente pulente, il tutto è tenuto assieme da un dado di chiusura che permette di collegare l'insieme di ugelli al collettore in cui al suo interno sono presenti i canali che consentono di alimentare la pistola con l'aria compressa, la vernice e l'agente pulente.

Il controllo del flusso di vernice avviene tramite un ago, infatti quando la pistola è attivata l'ago viene sollevato e così la vernice viene spruzzata sul prodotto grazie all'aria di atomizzazione. La dimensione dei punti e la quantità di vernice che viene erogata può essere regolata variando il tempo di apertura dell'ugello, ciò è possibile modificando la corsa dell'ago e l'operazione può essere eseguita grazie alla vite di regolazione posta sulla parte superiore della pistola.

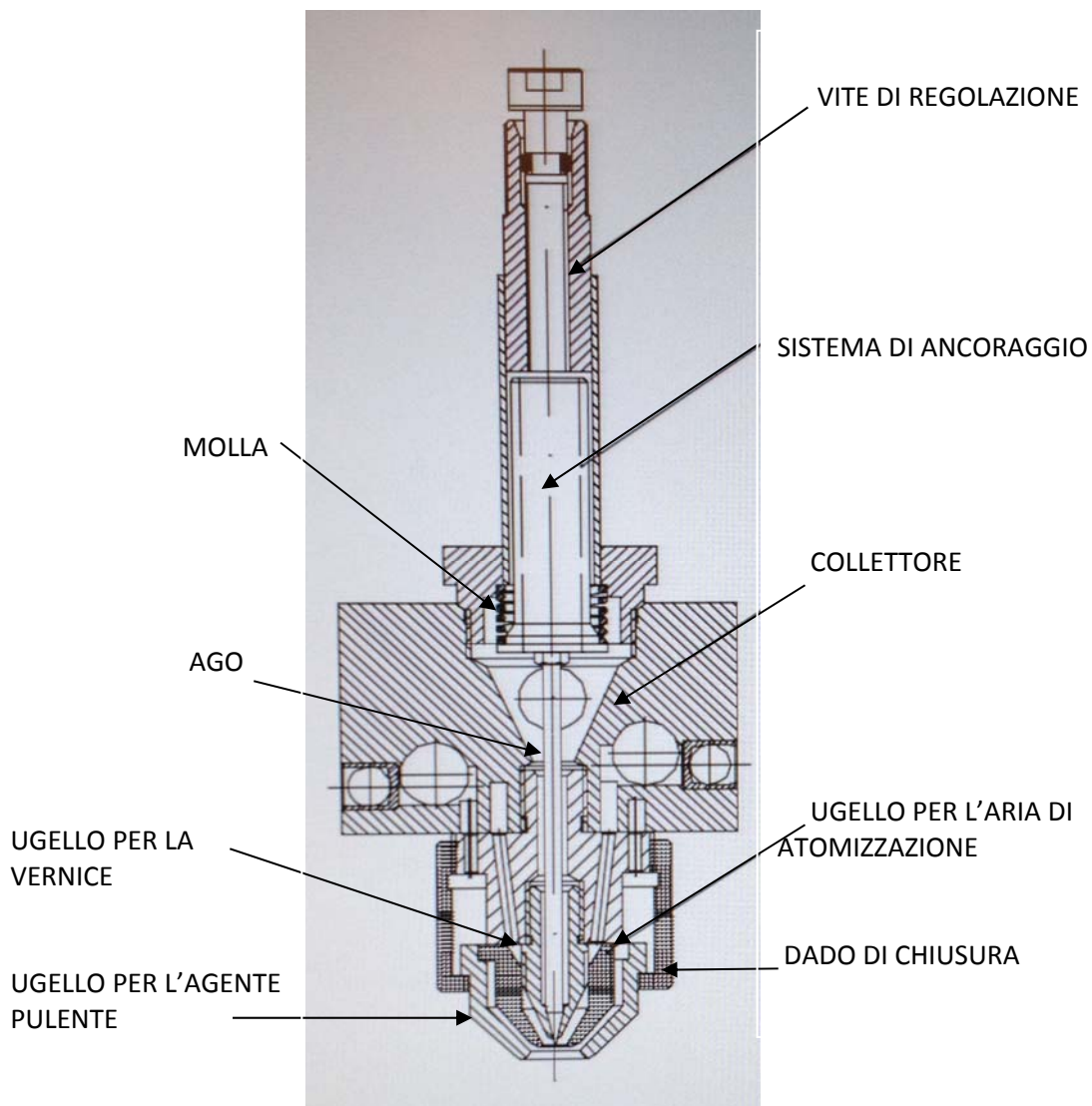


Figura 16 Composizione della pistola di marcatura

E' un sistema di marcatura flessibile perché la velocità di marcatura può essere regolata in base alle esigenze e alle dimensioni dei caratteri fino ad un massimo di 2.6 m/s, richiede bassa manutenzione e ha elevata resistenza all'usura grazie al rivestimento speciale degli ugelli e dell'ago, inoltre possiede la funzione di lavaggio che può essere manuale o automatica.

Si possono ottenere semplici caratteri, loghi e caratteri di altri alfabeti ad esempio cinese, hindi e cirillico, con altezza dei caratteri variabile da 25 a 200 mm e dimensione dei punti regolabili da 4 a 15 mm, inoltre la marcatura dei caratteri avviene tramite una matrice di punti 7x5.

b) Blocco per la marcatura combi-jet

Questo sistema è costituito da una sezione di marcatura che incorpora un certo numero di ugelli (7, 9, 16) la cui scelta dipende dai requisiti specifici di marcatura, questa configurazione permette di creare i caratteri sotto forma di matrici di punti e rispetto al blocco di marcatura precedente quest'ultimo fornisce tempi di ciclo brevi, alta risoluzione di marcatura, alta velocità di lavoro fino a 4 m/s e minor consumo di aria compressa circa il 30% in meno e di vernice circa il 15% in meno.

Per controllare il flusso di vernice non viene utilizzato un ago come nel caso precedente, questo è possibile grazie ad una camera interna alla sezione di marcatura che interconnette i vari ugelli e sfruttando il principio Venturi assicura che l'aria di nebulizzazione per la vernice oppure inchiostro sia determinata all'interno di ogni singolo ugello prima della marcatura.

Il controllo dei singoli ugelli è elettromagnetico come visto nel caso precedente e vengono attivati mediante elettrovalvole a solenoide che permettendo alla piccola quantità di vernice richiesta per ogni punto di incontrare l'aria di atomizzazione e di essere applicata sulla superficie del prodotto.

Una volta che la viscosità della vernice e la pressione della vernice ed dell'aria sono state impostate, la dimensione dei punti è regolata esclusivamente dal tempo di attivazione elettrica della sezione di marcatura.

La vernice viene fatta circolare attraverso la sezione di marcatura per evitare intasamenti interni, infatti il sistema di circolazione della vernice ha una configurazione a valvola on/off che permette di fermare il flusso durante marcatura e in questo modo in tutti gli ugelli della sezione di marcatura si ha la stessa pressione costante.

Tra le sequenze di marcatura quando la valvola on/off è aperta il flusso di vernice è alto e questo impedisce l'intasamento e la sedimentazione dei pigmenti nel sistema di verniciatura.

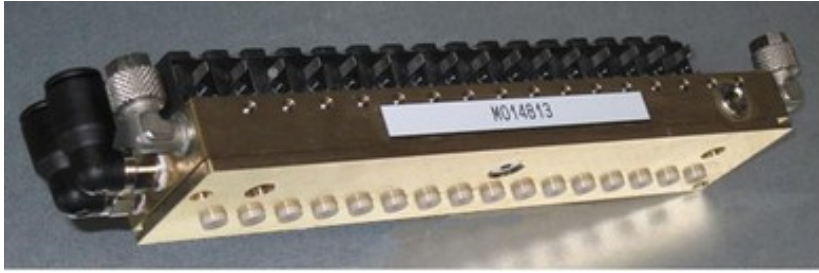


Figura 17 Blocco di marcatura combi-jet

Questo blocco di marcatura è compatto, con la funzione di lavaggio e gli ugelli della vernice e dell'aria si trovano all'interno del collettore così da evitare eventuali danni durante la movimentazione della testata di marcatura.

Oltre alle elettrovalvole utilizzate per il controllo degli ugelli, in questo sistema di marcatura troviamo un blocco di valvole chiamato by-pass che controllano l'andata e il ritorno della vernice, il flusso di aria compressa e il flusso dell'agente pulente.

Questo blocco di valvole controllano anche la sequenza di pulizia, infatti durante l'operazione di lavaggio viene esclusa automaticamente l'alimentazione della vernice, viene drenata la vernice rimasta nell'ugello e successivamente pulito con detergente ed aria.

Questo sistema di lavaggio automatico permette di avere costantemente una marcatura di qualità con costi e tempi di manutenzione minori, inoltre il processo di lavaggio può essere manuale o automatico e impostabile dall'operatore.

Il blocco di marcatura è adatto per prodotti siderurgici come bobine, profilati, tubi e lastre, con temperature superficiali del prodotto fino a 200°C se vengono utilizzate vernici a base di etanolo e solvente detergente, oppure fino a 400°C con l'utilizzo di vernici a base di xilene e solvente detergente.

Si possono ottenere caratteri alfanumerici, loghi, simboli aziendali e codici leggibili da dispositivi di lettura, con altezza dei caratteri variabili da 15 a 48 mm se il diametro dei punti è di 3 mm, oppure un'altezza da 25 a 80 mm con diametro dei punti di 5 mm.

Rispetto al blocco di marcatura precedente quest'ultimo ha un peso inferiore, ad esempio il blocco con 7 ugelli peso 500 gr in meno, questo porta ad un minore consumo di energia e quindi anche i costi di gestione sono inferiori visto che il consumo di aria e di vernice sono minori e che i costi di manutenzione sono più bassi.

Magnemag fornisce anche tutto l'equipaggiamento necessario per costruire un impianto di marcatura come il gruppo di alimentazione della vernice e dell'agente pulente, pompe per l'aspirazione, filtri per l'aria e la vernice, cavi per il trasporto dei materiali di consumo e tutti quei dispositivi elettrici ed elettronici necessari per controllare e gestire l'impianto di

marcatrice, riguardo a questi ultimi componenti citati non sono riuscito a trovare maggiori informazioni.

Per quanto riguarda le vernici da impiegare Magnemag fornisce una vasta gamma di vernici non tossiche e che rispettano l'ambiente, vernici per la marcatura di prodotti con temperature superficiali da congelamento a 1100°C e per una vasta gamma di applicazioni quali superfici calde, bagnate, sottoposte a ricottura, sottoposte a decapaggio e sottoposte a processi di riscaldamento.

Le vernici sono accuratamente testate e loro puntano su la compatibilità con i sistemi di alimentazione esistenti, sulla leggibilità e durabilità delle marcature applicate. Per applicazioni a caldo fino a 1100°C si usano vernici a base di acqua, mentre per applicazioni a freddo da 5°C a 200°C si usano vernici a base di solventi.

Ad esempio una vernice per applicazioni speciali è la HPL2-1 che viene utilizzata per la marcatura a caldo.

3.1.2.Rea-Jet

Questa azienda tedesca fornisce un'ampia gamma di prodotti per la marcatura e la codifica, in particolare dopo un'accurata analisi di tutti i dispositivi offerti ho individuato due tipologie di dispositivi adatti per contrassegnare bobine in acciaio e alluminio e sono i blocchi di marcatura e le singole pistole spray, a cui si devono aggiungere tutti i componenti e gli accessori necessari per il funzionamento dell'intero sistema di marcatura.

I sistemi mono ugello da impiegare nelle industrie siderurgiche per la marcatura di prodotti in acciaio e alluminio utilizzano la tecnologia di marcatura a spruzzo e possono lavorare con vernici ed inchiostri. I sistemi che meglio si adattano a lavorare nel settore di interesse specificato in precedenza sono due: il modello SR-1 e SRM-1.

Le due pistole sono simili in quanto permettono di ottenere linee di dimensioni comprese tra 3 e 25 mm regolabili intervenendo direttamente sulla pistola a spruzzo, regolando la pressione dell'aria compressa e cambiando le dimensioni degli ugelli che possono essere di 0.3, 0.5, 0.8, 1.0, 1.2, 1.5 mm di diametro.

Le pistole sono a controllo elettropneumatico cioè necessitano di aria compressa per funzionare e vengono attivate mediante elettrovalvole a solenoide 3/2, sono costruite in ottone placato nichel oppure in acciaio inossidabile in base al campo di applicazione. Entrambi i sistemi sono adatti per applicazioni a caldo e per la marcatura di superfici porose e non.

La differenza principale tra le due pistole è la struttura interna, infatti il modello SRM-1 utilizza un diaframma a membrana che separa ermeticamente la camera del materiale vernice o

inchiostro con la camera dell'aria e aumentando così la vita di esercizio nel caso si utilizzano mezzi abrasivi.

Il principio di funzionamento è semplice, quando le elettrovalvole a solenoide sono sollecitate elettricamente permettono il passaggio dell'aria compressa che entra nella camera dell'aria andando a comprimere la molla e permettendo così al diaframma a membrana di muoversi, questo movimento consente all'ago di sollevarsi e la vernice viene spruzzata sul prodotto grazie all'aria di atomizzazione.

Invece nel modello SR-1 quando le elettrovalvole a solenoide sono sollecitate elettricamente l'aria compressa che entra nella camera dell'aria comprime la molla sulla quale è fissato l'ago e permettendo così il suo movimento, una volta che l'ago è sollevato la vernice viene spruzzata sul prodotto grazie all'aria di atomizzazione.

Entrambe le pistole spray esaminate possono avere la funzione di lavaggio e di ricircolo della vernice, sono sistemi precisi, con tempi di ciclo brevi e che permettono di ottenere vari caratteri alfanumerici.

I blocchi di marcatura che possono essere utilizzati per lavorare nelle industrie dell'acciaio e dell'alluminio sono fondamentalmente tre, utilizzano la tecnologia di marcatura a spruzzo e si possono impiegare vernici, resine, colle, oli ed inchiostri in relazione all'applicazione a cui è destinata.

Inoltre con i blocchi di marcatura si possono ottenere caratteri alfanumerici per descrivere il prodotto, numeri e loghi con altezza dei caratteri fino a 700 mm, inoltre per avere una facile pulizia del blocco di marcatura si può utilizzare la funzione di lavaggio automatico.

I blocchi di marcatura offerti sono due:

a) Rea-Jet SRP Variants

Questo blocco di marcatura è composto da un supporto di base sulla quale vengono fissate singolarmente un certo numero 7, 10, 16 oppure 32, dipende dalle esigenze di marcatura di pistole spray in acciaio inossidabile o in ottone placcato nichel, il controllo delle singole pistole è elettropneumatico e avviene tramite delle elettrovalvole a solenoide a 3 porte/2 posizioni.

Il blocco di marcatura necessita di aria compressa per funzionare perché quando le singole elettrovalvole dei vari ugelli sono attivate elettricamente permettono il passaggio dell'aria compressa che entra nella camera d'aria presente all'interno di ogni singola pistola e va a comprimere una molla sulla quale è fissato l'ago, grazie al movimento dell'ago la vernice è erogata sul prodotto tramite l'aria di atomizzazione.

Ovviamente la sequenza di attivazione delle varie elettrovalvole a solenoide verrà controllata da una opportuna unità di controllo in relazione ai caratteri che devono essere scritti. L'utilizzo di questo sistema di marcatura permette di ottenere i caratteri sotto forma di matrici di punti

di diverse dimensioni in relazione all'altezza di marcatura che si vuole avere, ad esempio con il modello SRP a sette ugelli si può avere un'altezza compresa tra 25 e 130 mm, con il modello SRP a dieci ugelli tra 40 e 200 mm, con il modello SRP a sedici ugelli tra 60 e 350 mm e con il modello SRP a trentadue ugelli tra 120 e 700 mm.

Questo sistema è adatto per la marcatura sia di superfici porose che non, permette una velocità di marcatura fino a 50 m/min, il campo di l'applicazione è ampio come le industrie siderurgiche, del legno, industrie della plastica, della gomma, industrie per l'edilizia e alimentare.

L'intervallo di temperatura nel quale può essere utilizzato questo blocco di marcatura dipende dalla tipologia di vernice che viene impiegata e dall'utilizzo di opportune protezioni termiche, con una vernice a base oleosa che risulta facile da gestire il sistema può essere utilizzato per applicazioni fino a 850 °C mentre con l'impiego di speciali vernici a base d'acqua preparate dalla Rea-Jet in base alle specifiche esigenze di lavoro il blocco può essere impiegato per applicazioni fino a 1000°C.



Figura 18 Blocco di marcatura modello SRP Variants

b) Rea-Jet SRB Compact

Questo blocco di marcatura è leggero, preciso, compatto, di piccole dimensioni e richiede bassa manutenzione grazie alla funzione di lavaggio automatica, inoltre permette elevate velocità di marcatura fino a 80 m/min.

Il sistema è realizzato in ottone placcato nichel, adatto per applicazioni fino a 500°C e incorpora al suo interno sette pistole spray il cui controllo è elettromagnetico.

Si possono ottenere semplici caratteri alfanumerici, loghi, simboli e codici definiti da una matrice di punti con altezza variabile tra 20 e 130 mm.



Figura 20 Blocco di marcatura modello SRB Compact

Oltre ai blocchi di marcatura e ai sistemi mono ugello Rea-Jet offre anche l'equipaggiamento per costruire l'intero sistema di marcatura come un'ampia gamma di pompe per la circolazione della vernice da utilizzare con la configurazione di ricircolo, il relativo regolatore di riflusso, l'unità di servizio dell'aria compressa per fornire aria secca, pulita e priva di sostanze estranee ai vari dispositivi dell'impianto e sistemi di ingresso dell'aria con regolatore di pressione, manometri e valvole di sicurezza.

Commercializzano un'ampia gamma di dispositivi elettronici come la cabina per monitorare il funzionamento della macchina e per impostare i parametri della macchina, l'unità per il controllo pneumatico e l'unità per il controllo e la gestione del processo di marcatura.

Ulteriore equipaggiamento sono i serbatoi pressurizzati per l'agente pulente da utilizzare con la configurazione di lavaggio automatico, l'unità di controllo del processo di lavaggio, i tubi di collegamento per l'aria compressa, la vernice ed l'agente pulente e i serbatoi pressurizzati in acciaio inossidabile per vernici ed inchiostri con capacità standard da 1.5 a 4.5 l, altre dimensioni dei serbatoi sono disponibili su richiesta.

Per il gruppo di alimentazione della vernice sono disponibili diverse tipologie di accessori come gli agitatori manuali, elettrici e pneumatici che permettono di evitare la sedimentazione dei materiali, sensori ottici o elettronici per il controllo del livello di vernice o inchiostro e i serbatoi sono completi di raccordo per l'ingresso dell'aria con regolatore di pressione, manometro e valvola di sicurezza.

Una possibile configurazione dell'impianto pneumatico senza i componenti elettronici ma che rappresenta un sistema di marcatura completo la si può vedere nella figura sottostante. Dalla figura 21 si può vedere come l'aria compressa proveniente dall'impianto principale dell'azienda entra nel sistema di regolazione provvisto di manometri e valvole di sicurezza con lo scopo di distribuire l'aria ai vari dispositivi dell'impianto.

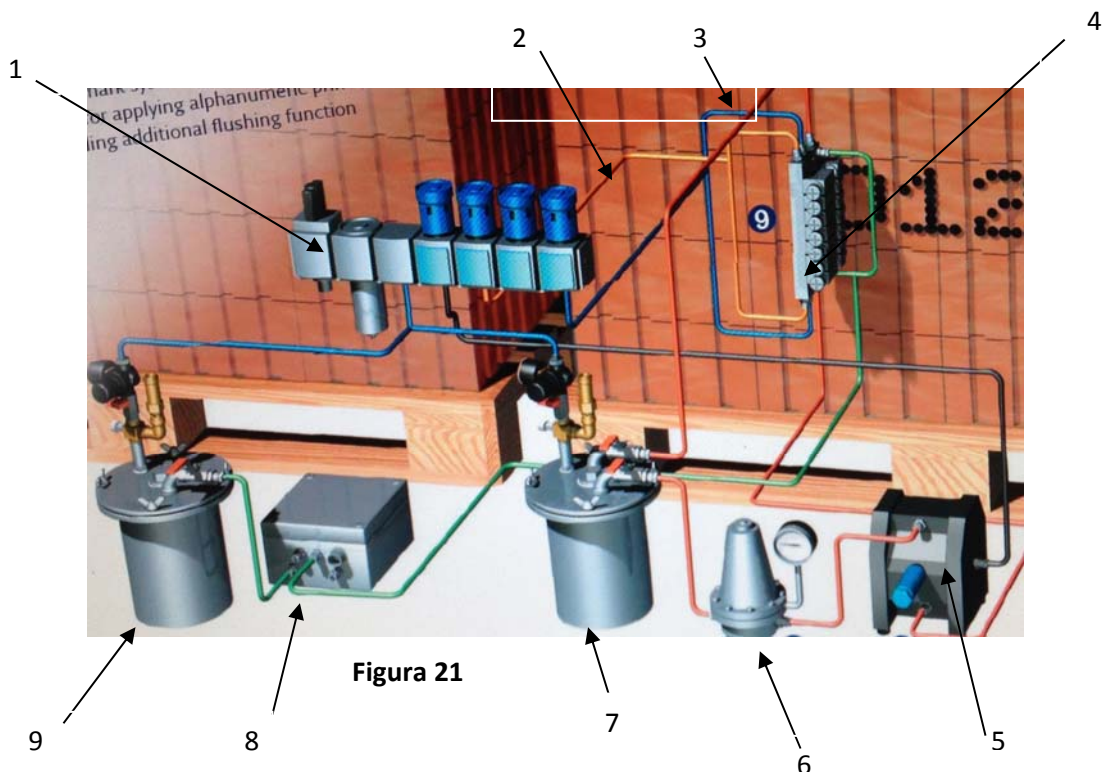
In questo caso l'aria viene utilizzata per mantenere in pressione il gruppo di alimentazione della vernice e dell'agente pulente, per fornire l'aria di atomizzazione al blocco in modo da

permettere l'operazione di marcatura, viene utilizzata anche per la pompa di ricircolo e per controllare il blocco di marcatura.

Nella fase di lavaggio l'aria compressa dovrebbe entrare nell'unità di controllo del processo di lavaggio con l'obiettivo di miscelarsi con il detergente e la miscela così ottenuta è mandata al blocco di marcatura per l'operazione di pulizia.

Come si può vedere dalla figura 21 il sistema presenta la funzione di ricircolo della vernice e di lavaggio, una volta conclusa la marcatura la vernice che rimane inutilizzata all'interno del blocco viene riportata al gruppo di alimentazione e in questo modo si avrà un minore spreco di vernice.

Inoltre per una marcatura di qualità e per avere una bassa manutenzione del sistema, dopo un certo numero di cicli in modo automatico in base alle impostazioni definite dall'operatore, l'agente pulente si miscela con l'aria compressa all'interno dell'unità di controllo del processo di lavaggio e la miscela così creata viene portata all'interno del blocco per permettere la fase di pulizia ed eliminare residui di vernice o inchiostro.



I componenti principali che compongono l'impianto rappresentato nella figura 21 sono i seguenti:

1. Sistema di ingresso dell'aria con regolatore di pressione, manometri e valvole di sicurezza.
2. Aria compressa utilizzata per la fase di lavaggio.

3. Aria compressa utilizzata per la marcatura.
4. Blocco di marcatura.
5. Pompa per il ricircolo di vernice.
6. Regolatore di riflusso.
7. Gruppo di alimentazione della vernice.
8. Unità di controllo del processo di lavaggio.
9. Gruppo di alimentazione dell'agente pulente.

Per quanto riguarda le vernici da impiegare, Rea-Jet sviluppa e distribuisce in tutto il mondo inchiostri, vernici e agenti per la pulizia, con oltre 400 prodotti tra inchiostri, vernici standard ed speciali consentono di fornire ai clienti una vasta offerta, tuttavia è sempre possibile lo sviluppo di vernici con proprietà speciali in base alle esigenze dei clienti.

Grazie ad un continuo sviluppo e all'esecuzione di severi test, forniscono una continua garanzia di qualità e assicurano un elevato livello di sicurezza dei prodotti.

Per le applicazioni industriali a spruzzo è presente una vasta gamma di prodotti come inchiostri a base di alcool, acetone o MEK, vernici a base di solvente, vernici speciali a base di acqua resistenti al calore e vernici per superfici calde fino a 1100°C, inoltre sono disponibili diverse tipologie di detergenti per svariate esigenze del cliente.

Le confezioni vanno da bottiglie di 125 ml a barili di 200 l. La scelta della vernice o inchiostro più adatta alle esigenze specifiche del cliente viene fatta valutando diversi criteri come ad esempio il campo di applicazione, la velocità di essiccazione richiesta, la resistenza ai raggi UV, la modalità di stoccaggio del prodotto, la compatibilità con la vita del prodotto, la precisione di stampa richiesta, il grado di copertura, il colore richiesto ed ulteriori criteri di valutazione.

3.1.3. Walther-Pilot

E' un'azienda tedesca che fornisce componenti di alta qualità per la marcatura di diverse tipologie di materiale e fornisce sistemi completi che permettono di lavorare in sicurezza, nel rispetto dell'ambiente e sfruttando tecnologie che consentono elevata produzione e alta qualità di marcatura.

I dispositivi offerti e che vengono utilizzati per la marcatura dei prodotti sono i blocchi di marcatura e i sistemi mono ugello, disponibili in diversi modelli e con differenti caratteristiche.

a) Blocchi di marcatura

Vengono offerti due tipologie di blocchi di marcatura, quello a controllo elettropneumatico e quello a controllo elettromagnetico serie ES.

Nel primo caso il dispositivo è costituito da una piastra di base opportuna lavorata internamente per permettere la circolazione dei materiali di consumo come vernici, aria compressa e agente pulente, sul supporto di base vengono montate in linea una serie di pistole a spruzzo (7 oppure 9) che permettono di contrassegnare il prodotto con caratteri costituiti da una matrice di punti 4x5, 5x7 oppure 7x9.

I punti della matrice sono applicati sull'oggetto colonna per colonna e la loro dimensione così come la quantità di vernice da erogare sono regolabili intervenendo sulle singole pistole spray mediante un sistema di regolazione a vite posto sulla parte superiore di ogni singola pistola.

Questo sistema è adatto per la marcatura di prodotti metallici dell'industria siderurgica anche con temperature superficiali elevate come ad esempio bobine, lamiere, tubi e profilati, permette di ottenere diverse tipologie di caratteri alfanumerici visibili anche da grande distanza e l'altezza di marcatura varia tra 40 e 200 mm.

Le singole pistole sono a controllo elettropneumatico e attivate mediante elettrovalvole a solenoide 3/2 che permettono brevi tempi di commutazione e una velocità di marcatura fino a 54 m/min.

Il sistema necessita di aria compressa per funzionare, infatti quando le singole elettrovalvole dei vari ugelli sono sollecitate elettricamente permettono il passaggio dell'aria compressa che entra nella camera d'aria presente all'interno di ogni singola pistola e va a comprimere una molla sulla quale è fissato l'ago che grazie al suo movimento permette di erogare la vernice, tuttavia quando le elettrovalvole non sono più sollecitate l'ago viene chiuso e l'erogazione della vernice bloccata.

Con questo sistema di marcatura i costi di manutenzione sono ridotti e le operazioni di pulizia delle pistole sono semplici e rapide visto che possono essere smontate rapidamente dal supporto di base.

Il sistema è provvisto della funzione di lavaggio automatico che permette di rimuovere i residui di vernice dall'ugello assicurando la qualità della marcatura. Questo blocco di marcatura ha un design robusto e realizzato con materiali resistenti all'usura.



Figura 22 Blocco di marcatura a 7 ugelli

L'altro blocco serie ES è costituito da una sezione di marcatura che contiene al suo interno 7 oppure 9 pistole a spruzzo controllate da speciali elettrovalvole a solenoide, anche in questo caso il sistema è opportunamente strutturato per portare la vernice, l'aria compressa e l'agente pulente ad ogni ugello.

Questo sistema non necessita di aria compressa per funzionare perché le singole elettrovalvole dei vari ugelli quando sono sollecitate elettricamente permettono di sollevare l'ago presente all'interno di ogni pistola e di erogare la vernice.

Il sistema è più piccolo e leggero di quello precedente ma ha un costo maggiore, possiede la funzione di lavaggio standard, è adatto per la marcatura di vari prodotti siderurgici anche con temperature superficiali elevate e permette velocità di marcatura fino a 78 m/min.

Con questo blocco si possono ottenere diverse tipologie di caratteri costituiti da una matrice di punti con altezza variabile tra 40 e 200 mm, in base al numero di pistole che vengono utilizzate e alla dimensione dei punti che possono essere calibrati utilizzando il sistema di regolazione disponibile per ogni ugello posto sul blocco di marcatura.



Figura 23 Blocco di marcatura serie ES a 7 ugelli

b) Sistemi mono ugello

Nei sistemi di marcatura mono ugello che vengono offerti si può avere il modello per applicazioni standard oppure il modello per applicazioni speciali.

Entrambi i dispositivi sono delle pistole spray automatiche a controllo elettropneumatico e attivate mediante una elettrovalvola a solenoide 3/2, permettono di ottenere caratteri costruiti grazie ad una linea continua con un'altezza di marcatura variabile tra 3 e 30 mm, lo spessore della linea è variabile andando a cambiare gli ugelli che possono essere di 0.3, 0.5, 0.8, 1.0, 1.2, 1.5 mm di diametro oppure utilizzando il sistema di regolazione posto sulla pistola.

Il sistema necessita di aria compressa per funzionare, infatti quando l'elettrovalvola è sollecitata elettricamente permette il passaggio dell'aria compressa che entra nella camera

d'aria presente all'interno della pistola e così l'aria va a comprimere una molla sulla quale è fissato l'ago (questo nella pistola per applicazioni standard) e grazie al suo movimento la vernice viene erogata, tuttavia quando l'elettrovalvola non è più sollecitata l'ago viene chiuso e l'erogazione della vernice bloccata.

Il modello per applicazioni standard ha il corpo pistola in ottone placato nichel mentre l'ago e l'ugello in acciaio inox, inoltre è disponibile con la funzione di ricircolo della vernice, di lavaggio oppure entrambe.

Il modello per applicazioni speciali è adatto a lavorare anche con vernici ed inchiostri abrasivi, per garantire un buon funzionamento ciclo dopo ciclo non c'è un ago che attraversa tutta la pistola ma si utilizza un diaframma a membrana che separa ermeticamente la camera del materiale con la camera dell'aria e questa configurazione aumenta la vita di esercizio.

In questo caso l'aria compressa che entra nella camera dell'aria va a comprimere la molla che permette al diaframma a membrana di muoversi e all'ago di sollevarsi, in questo modo la vernice viene spruzzata sul prodotto grazie all'aria di atomizzazione.

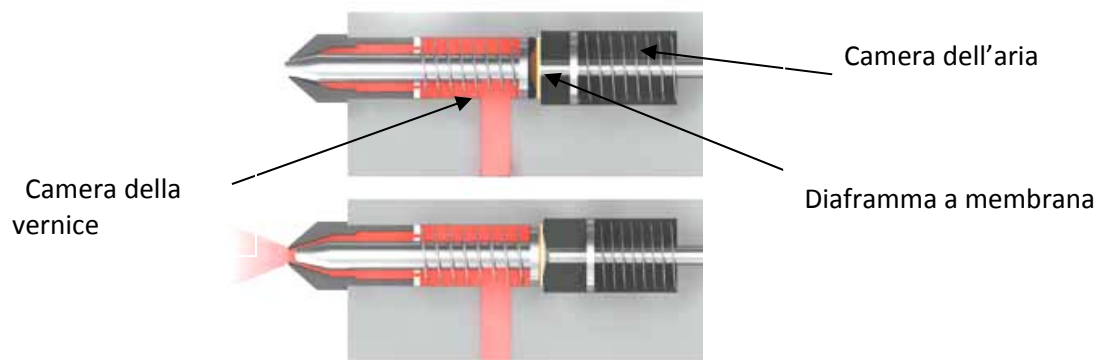


Figura 22 Struttura interna della pistola spray per applicazioni speciali

Una variante della pistola per applicazioni speciali è il materiale utilizzato per la sua realizzazione, infatti può essere costruita in lega di Hastelloy, sono leghe complesse a base di nichel (in tenori superiori al 50%).

I principali elementi di lega oltre al nichel sono ferro, cromo, molibdeno e silicio, in tenori diversi secondo il tipo di lega (Hastelloy A, B, C, D). L'utilizzo di questa lega permette di avere dispositivi resistenti alla corrosione e che possono lavorare in ambienti con elevata temperatura.

Oltre ai dispositivi utilizzati per contrassegnare i prodotti, Walther-Pilot fornisce anche un'ampia gamma di prodotti indispensabili per definire un sistema completo di marcatura.

Una vasta scelta di modelli MDG, LDG, FMB di serbatoi per l'alimentazione della vernice che sono certificati in sicurezza in conformità con la direttiva delle attrezzature sotto pressione, i

serbatoi hanno differenti caratteristiche tecniche, diversi dispositivi di chiusura e svariate dimensioni con capacità fino a 250 l, tuttavia sono disponibili su richiesta misure speciali con capacità fino a circa 5000 l.

Alcune serie di serbatoi sono appositamente progettati per ospitare i contenitori di vernice originali, il che riduce notevolmente i tempi di smaltimento dei rifiuti e la pulizia.

Sono disponibili serbatoi in acciaio inox oppure zincati. Disponibile su richiesta si può avere una finitura superficiale del serbatoio lucida, elettrolucidata o verniciata e un rivestimento interno con smalto o plastica.

I serbatoi possono essere equipaggiati con diversi accessori come con il sensore di livello per la vernice, l'agitatore che può essere manuale, pneumatico ed elettrico, il tubo di distribuzione del materiale, la valvola a sfera per controllare l'uscita del materiale, il sistema d'ingresso dell'aria compressa completo di regolatore di pressione, di manometro e valvola di sicurezza. Offrono anche diversi modelli di pompe a doppia membrana e a pistone, sono dispositivi robusti ed efficienti, con diverse prestazioni di lavoro, con differenti rapporti di compressione, diverse portate massime e diversi materiali metallici e plastici impiegati per la struttura esterna e per i componenti interni.

Offrono anche diversi componenti elettronici ed elettrici come l'unità di controllo e gestione del fluido, l'unità di controllo e gestione dei caratteri da inserire, l'unità per impostare il ciclo di lavaggio e per impostare i rapporti di miscelazione tra aria e detergente, forniscono sistemi per monitorare il funzionamento della macchina e per impostare i parametri della macchina, forniscono diversi modelli di unità per il controllo pneumatico in modo da fornire aria secca, pulita e priva di sostanze estranee ai vari dispositivi dell'impianto.

Per consentire la circolazione della vernice e dell'aria compressa forniscono diversi modelli di cavi, di varie dimensioni e costruiti con diversi materiali. Per il sistema di lavaggio forniscono serbatoi per l'alimentazione dell'agente pulente normalmente di 2 l con relativi accessori e sistemi di controllo del flusso di ritorno.

Per quanto riguarda le vernici Walther-Pilot offre una vasta gamma di vernici, solventi, diluenti ed agenti pulenti studiati per evitare sedimentazioni e l'intasamento dell'ugello, i materiali di consumo sono eco-friendly nei confronti dell'ambiente e presentano differenti caratteristiche come rapidità di asciugatura, resistenza ai raggi UV, ottima nitidezza dei punti di marcatura, compatibilità con il prodotto da marcare.

Possono essere impiegati su diversi tipi di superfici come metalli, legno, plastica, vetro, pietra e possono essere applicate su superfici bagnate o asciutte, calde o fredde, chiare o scure, porose o lisce e anche su superfici unte. La scelta della vernice più adatta dipende dalle specifiche esigenze del cliente e dal tipo di applicazione a cui è destinata.

3.2.Approfondimento della ricerca

Una volta valutati i componenti offerti dalle tre aziende con le poche informazioni ricavate dalla mia ricerca sono passato a contattarle telefonicamente, tramite e-mail oppure tramite degli incontri diretti per chiedere maggiori informazioni riguardo l'intero impianto di marcatura, visto che sono completamente estraneo a questo settore e tramite le informazioni ottenute dalla ricerca di mercato non sono stato in grado di valutare l'equipaggiamento più idoneo e la configurazione più adatta per il sistema di marcatura.

Una volta ricevute le diverse soluzioni offerte dalle varie aziende contattate, le ho esaminate con l'aiuto dell'ingegnere che si occupa dell'area tecnica dell'Itipack e così siamo stati in grado di individuare il sistema che meglio soddisfa le esigenze di lavoro e le aspettative future.

3.3.Analisi della soluzione prescelta

La soluzione prescelta è quella offerta dalla Rea-Jet perché essi hanno già sviluppato per altri clienti impianti di marcatura idonei a lavorare in ambienti ostili come le industrie siderurgiche , quindi il sistema che viene offerto si adatta bene alle caratteristiche di lavoro previste ed inoltre soddisfa le specifiche esigenze di marcatura richieste.

Dalla ricerca di mercato effettuata ho individuato nel blocco di marcatura SRP e nel sistema mono ugello SRM-1 le possibili soluzioni al problema, ma riguardo a tutti gli altri dispositivi sono stato costretto a contattare l'azienda in Germania che a sua volta mi ha messo in comunicazione con il loro rappresentante che si occupa del mercato italiano.

Ho potuto così chiedere maggiori informazioni come ad esempio schede tecniche, disegni, costi, prestazioni, schemi, e maggiori dettagli relativi al blocco di marcatura, per avere informazioni e maggiori dettagli sulle caratteristiche tecniche relative ai sistemi mono ugello allo scopo di capire se sono adatti a lavorare con prodotti che hanno temperature superficiali elevate.

Ho potuto anche richiedere informazioni sulle vernici e sugli agenti detergenti da poter utilizzare nella marcatura di bobine di acciaio e alluminio con temperatura superficiali fino a 1000-1100°C e con caratteristiche della superficie variabili come ad esempio oleosa, umida o secca.

Infine ho richiesto maggiori informazioni come ad esempio schede tecniche, disegni, costi, prestazioni, preventivi, schemi e maggiori dettagli sull'equipaggiamento che forniscono loro per completare il sistema di marcatura più adatto a lavorare nel settore dei prodotti siderurgici.

Innanzitutto tra tutti i sistemi mono ugello da loro offerti la pistola SRM-1 è il dispositivo più adatto per marcare prodotti metallici che hanno una temperatura superficiale elevata e

variabile, inoltre può essere utilizzata anche in diversi campi di applicazione oltre a quello siderurgico.

Considerando però il caso specifico della marcatura di rotoli di acciaio e alluminio con temperature superficiali così elevate dove il carico di lavoro è importante e l'intervallo di marcatura tra un rotolo e l'altro è breve, viene richiesta una macchina di marcatura che dovrà essere rapida nella scrittura e permettere allo stesso tempo di riportare un buon numero di informazioni sulla superficie del prodotto.

Considerando queste esigenze di lavoro non conviene utilizzare i sistemi mono ugello perché la marcatura risulterebbe più lenta visto che la singola pistola deve scrivere i caratteri mediante una linea continua, inoltre con volumi di lavoro importanti si avrebbe un grande consumo di vernice e di agente pulente perché per mantenere costantemente una marcatura di qualità il sistema avrebbe bisogno di molti cicli di pulizia. Per questo si dovrà puntare su una marcatura punteggiata ed utilizzare i blocchi di marcatura.

Innanzitutto ho fornito al rappresentante della Rea-Jet le informazioni riguardo la marcatura che l'Itipack si aspetta di avere dalla futura macchina come ad esempio la dimensione dei caratteri, la tipologia dei caratteri che vogliono scrivere, la velocità di marcatura richiesta, ma anche per definire con precisione il campo di applicazione dell'impianto di marcatura, la tipologia di macchina automatica sulla quale verrà montato il sistema e sulle prestazioni che si aspettano dall'impianto di marcatura.

Premesso che l'Itipack vorrebbe acquistare solo l'equipaggiamento che riguarda l'impianto pneumatico mentre per i dispositivi elettrici ed elettronici necessari per gestire l'intero sistema si vogliono affidare a fornitori con cui hanno già un rapporto commerciale, l'azienda Rea-Jet fornisce anche singoli dispositivi dell'impianto di marcatura ma in questo caso specifico all'Itipack conviene acquistare l'intero sistema di marcatura che gli viene offerto.

Questo perché non avendo mai lavorato nel settore della marcatura industriale e partendo completamente da zero nello sviluppo della loro macchina di marcatura si possono verificare dei malfunzionamenti a causa dell'impiego di componenti di differenti marche e progettati da aziende diverse che possono entrare in conflitto tra loro e non lavorare correttamente.

Per questo motivo il rappresentante mi ha fornito uno schema impiantistico completo di preventivi che rappresenta l'impianto di marcatura che può essere adattato ed utilizzato in diversi campi di applicazione come le industrie del legno, della plastica, della gomma, industrie per l'edilizia e alimentare, ma il campo di applicazione principale è quello delle industrie siderurgiche.

L'impianto è stato studiato per la marcatura di prodotti metallici con temperatura superficiali variabili fino a 1000°C come ad esempio le bobine di acciaio e alluminio ma può essere

utilizzato anche per contrassegnare anche altri prodotti siderurgici come lastre, billette e blumi.

La possibilità di utilizzare la macchina di marcatura con diversi prodotti metallici è nelle mani dell'Itipack e nella scelta della tipologia di macchina automatica sulla quale verrà installato l'impianto di marcatura, questo perché dovrà essere in grado di fornire ai clienti una macchina flessibile in grado di lavorare in situazioni che possono essere differenti dall'applicazione principale per la quale è stata studiata.

Il sistema offerto è adatto a contrassegnare i prodotti metallici con temperature superficiali fino a 1000°C se viene impiegato come materiale di consumo una speciale vernice a base d'acqua preparata dalla Rea-Jet in base alle specifiche caratteristiche di marcatura e di lavoro, se vengono utilizzate opportune protezioni termiche e se viene impiegato un sistema di raffreddamento per la testata di marcatura.

Inoltre il sistema rappresentato può essere facilmente installato su macchine automatiche a ponte/pavimento oppure sui robot industriali.

Come si può vedere dalla figura 23 il sistema è composto principalmente dalla cabina di alimentazione della vernice, dalla cabina pneumatica, dall'unità per il lavaggio, dalla scatola di controllo, dall'unità di controllo con relativo PLC e dal sistema di marcatura che è costituito dal blocco SRP a 7 ugelli a controllo elettropneumatico dotato della funzione di lavaggio e di ricircolo di vernice.

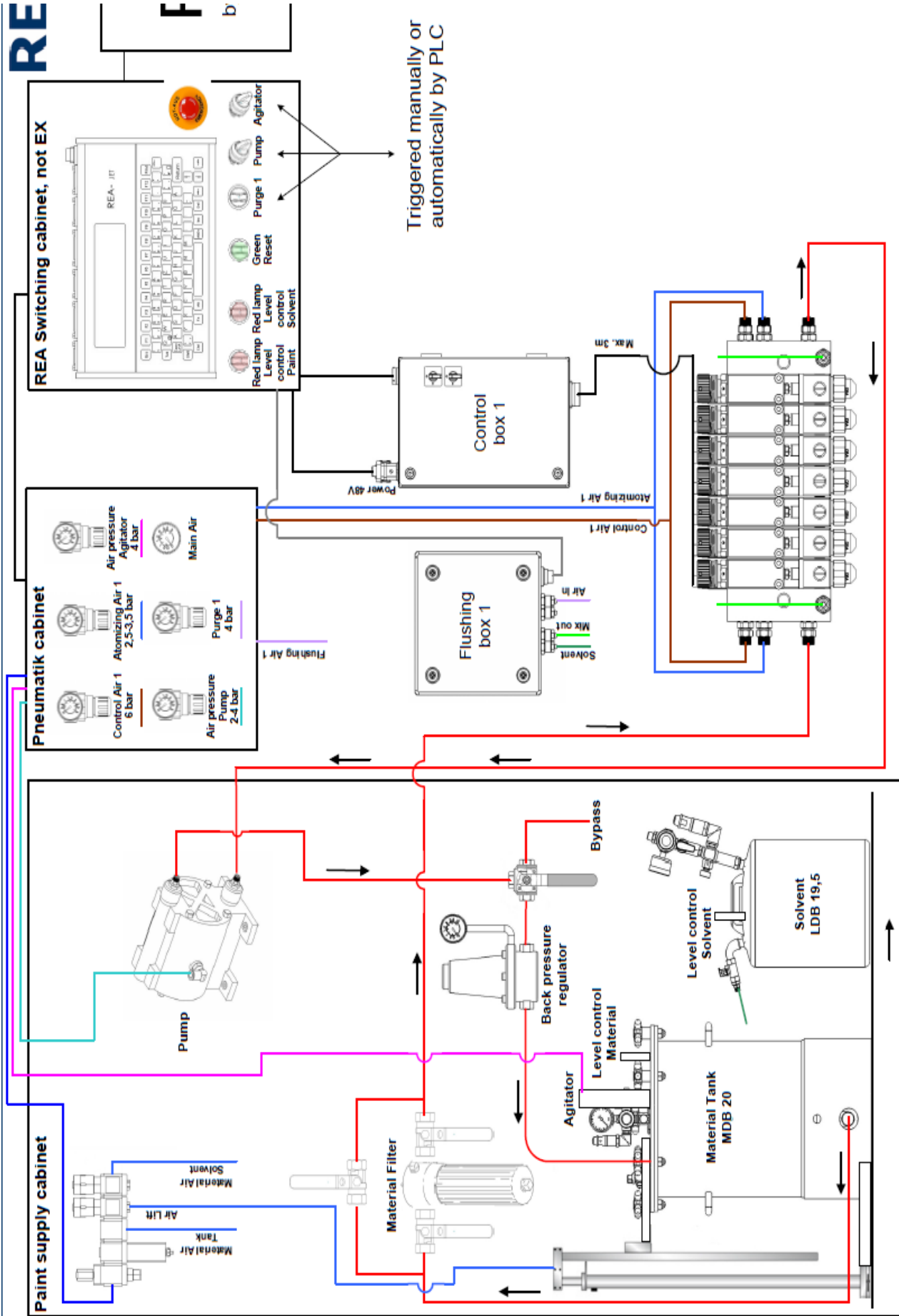


Figura 23 Schema del sistema di marcatura

La cabina di alimentazione della vernice è un armadio realizzato in acciaio rivestito con le seguenti dimensioni, altezza di 2000 mm, larghezza di 1200mm e una profondità di 600 mm, il peso totale è di 300 kg compresi tutti i dispositivi contenuti al suo interno ma senza considerare la vernice e il liquido detergente all'interno degli opportuni contenitori. Il costo della cabina è di € 6620.00.

L'armadio contiene diversi dispositivi tra i quali troviamo il gruppo di alimentazione della vernice che è costituito da un serbatoio pressurizzato modello MDB con capacità di 20 l, costruito in acciaio galvanizzato e certificato in sicurezza, la pressione e la temperatura massima di lavoro sono rispettivamente di 4 bar e di 50 °C.

Il costo del serbatoio è di € 3380.00 ed è equipaggiato con l'unità di ingresso dell'aria compressa che permette di mantenere in pressione il serbatoio con relativo sistema di controllo e regolazione della pressione, manometro ed valvola di sicurezza per lo scarico rapido in caso di emergenza.

Il serbatoio è equipaggiato anche con un agitatore pneumatico con potenza di 0.3 KW e con paletta per agitare in acciaio inossidabile 1.4301, inoltre il dispositivo è adattato alla funzione di ricircolo della vernice.

Nel serbatoio può essere installato anche il sensore modello EX per la misurazione del livello di vernice del costo di € 1320.00.

Per facilitare il lavoro all'interno della cabina la pedana è estraibile ed il coperchio del serbatoio può essere facilmente sollevato mediante un sistema di sollevamento a pistone. All'interno dell'armadio si trova anche il gruppo di alimentazione dell'agente pulente che è costituito da un serbatoio pressurizzato modello LDB con capacità di 20 l, costruito in acciaio inossidabile e certificato in sicurezza, la pressione e la temperatura massima di lavoro sono rispettivamente di 6 bar e 50°C.

Il costo del serbatoio per l'agente pulente è di € 1060.00, privo di agitatore pneumatico ma equipaggiato con l'unità di ingresso dell'aria compressa con relativo sistema di controllo e regolazione della pressione, manometro e valvola di sicurezza.

Il dispositivo può essere equipaggiato anche con il sensore di livello modello EX per monitorare la quantità di agente pulente del costo di € 1320.00.



Figura 24 Armadio di alimentazione della vernice

All'interno della cabina di alimentazione si trova il sistema di regolazione del flusso di ritorno che è costituito da un dispositivo in acciaio inossidabile che permette di controllare il riflusso della vernice proveniente dal blocco di marcatura in un intervallo di pressione tra 0.3 e 10 bar, con attacchi per la connessione di ingresso e uscita di 3/8 NPSM e un costo di € 848.00.



Figura 25 Sistema di regolazione del flusso di ritorno

Altro dispositivo che possiamo trovare è l'unità di servizio dell'aria compressa, questo componente riceve l'aria compressa dall'impianto pneumatico dell'azienda e permette di gestire e controllare la pressione dell'aria tramite i manometri e sistemi di regolazione a manopola, inoltre permette di distribuire l'aria compressa all'unità di controllo pneumatico, al gruppo di alimentazione della vernice e del liquido detergente.

Un altro accessorio è il filtro per la vernice la cui struttura è realizzata in acciaio inossidabile, l'inserto per il filtraccio è lavabile e ha la capacità di filtrare le impurità fino a 100 µm, il costo del dispositivo è di € 830.00.



Figura 26 Unità di servizio dell'aria compressa



Figura 27 Filtro per la vernice

Un altro elemento importante è la pompa a doppia membrana modello PMT 3/4 realizzata in acciaio inossidabile e con membrana in teflon, viene utilizzata per riportare la vernice che rimane nel blocco dopo la marcatura al gruppo di alimentazione della vernice.

La pompa possiede il dispositivo di regolazione dell'aria infatti è alimentata con aria compressa proveniente dall'unità di controllo pneumatico.

Il dispositivo è montato sulla parete interna dell'armadio, l'attacco per il connettore di ingresso ed di uscita della vernice è di 3/4" BSP mentre l'attacco per l'aria compressa è di 1/4" BSP, il costo del dispositivo è di € 1840.00.

Poi all'interno dell'armadio si trovano altri accessori come il sistema di avviamento per la circolazione della vernice e i rubinetti per l'arresto dell'aria e della vernice per un costo complessivo di € 830.00.



Figura 28 Pompa a doppia membrana

La marcatura viene eseguita utilizzando il blocco di marcatura SRP con 7 ugelli a controllo elettropneumatico e attivato attraverso delle elettrovalvole a solenoide alimentate a 24 V in corrente continua, questo dispositivo permette una velocità di marcatura fino a 50 m/min e si

possono ottenere caratteri alfanumerici e loghi con altezza compresa tra 25 e 130 mm che vengono costruiti mediante matrici di punti 7x5.

Le dimensioni dei punti che costituiscono la matrice sono regolabili utilizzando il sistema di regolazione a vite posto nella parte superiore di ogni singola pistola che permette di modificare la corsa dell'ago.

Le dimensioni dei punti possono essere regolati anche sostituendo gli ugelli della vernice e dell'aria di atomizzazione con altri di diverse dimensioni, oppure utilizzando differenti livelli di pressione per la vernice e l'aria compressa.

Le pistole sono la versione con diaframma, questo vuol dire che la camera dell'aria che viene utilizzata per permettere di muovere l'ago della pistola è ermeticamente separata dalla camera della vernice mediante un diaframma a membrana, questa configurazione assicura una maggiore durata dei componenti soprattutto con l'utilizzo di fluidi abrasivi.

La parte frontale delle pistole è realizzata in acciaio inossidabile mentre il corpo è in ottone nichelato, per quanto riguarda l'ugello della vernice, l'ago e l'ugello dell'aria di atomizzazione che ha un diametro di 0.5 mm sono realizzati in acciaio inossidabile.

Le singole pistole sono installate sulla piastra di supporto che è opportunamente lavorata per permettere la circolazione dell'aria e dei materiali di consumo al suo interno, le pistole sono montate sul supporto di base in modo che gli ugelli distano tra loro di 22 mm con un'altezza totale del blocco di 200 mm.

Il funzionamento è molto semplice, all'inizio viene inserito il testo che deve essere scritto tramite l'interfaccia uomo-macchina contenuta nell'unità di controllo che permette di definire la matrice di punti che costituisce ogni singolo carattere e successivamente l'unità di controllo va a attivare in sequenza le elettrovalvole necessarie in relazione alle impostazioni che sono state definite.

Quando le elettrovalvole vengono attivate permettono il passaggio dell'aria di controllo che entra nella camera dell'aria presente all'interno di ogni singola pistola e comprime la molla, il movimento della molla permette al diaframma a membrana di spostarsi consentendo così all'ago di sollevarsi.

Intanto il materiale di consumo viene portato nella camera della vernice presente all'interno di ogni singola pistola dove grazie all'aria di atomizzazione permette di spruzzare la vernice sul prodotto, come gli altri materiali di consumo anche l'aria di atomizzazione viene portata nel blocco di marcatura e poi condotta all'ugello per l'aria di atomizzazione presente su ogni singola pistola.

Quando le elettrovalvole non sono più sollecitate elettricamente bloccano il flusso dell'aria di controllo, in questo modo la molla presente nella camera dell'aria non è più compressa e riporta l'ago nella posizione iniziale portando così alla chiusura della pistola.

Il costo complessivo del blocco di marcatura SRP a 7 ugelli con le relative 7 elettrovalvole a solenoide è di € 6870.00.

In alternativa si può anche utilizzare il blocco SRP a 10 ugelli che ha un'altezza di 280mm e gli ugelli distano tra loro 22mm, questo dispositivo permette una velocità di marcatura fino a 50 m/min e si possono ottenere caratteri di dimensioni maggiori rispetto al blocco precedente con una altezza variabile tra 40-200 mm.

La parte frontale delle pistole è realizzata in acciaio inossidabile mentre il corpo è in ottone nichelato. L'ugello della vernice, l'ago e l'ugello dell'aria di atomizzazione che ha un diametro di 0.5 mm sono realizzati in acciaio inossidabile.

Il principio di funzionamento e il sistema di regolazione della dimensione dei punti è lo stesso visto precedentemente, il costo del blocco di marcatura completo di 10 elettrovalvole a solenoide per controllare le singole pistole è di € 8820.00.

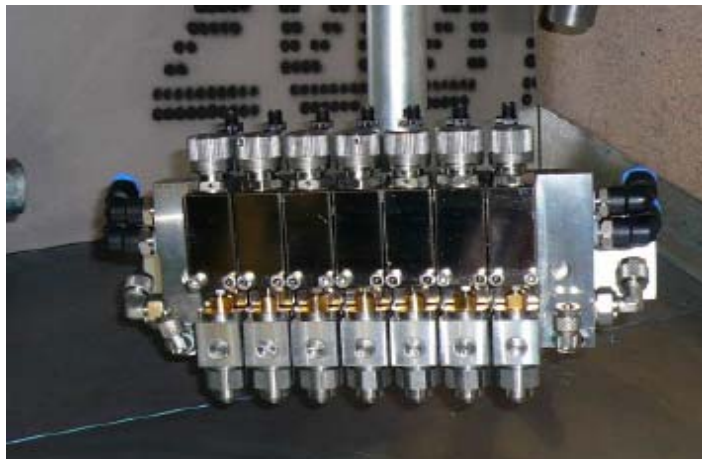


Figura 29 Blocco SRP a 7 ugelli

Per permettere l'installazione del blocco di marcatura su un robot o in altri sistemi automatici, per consentire di muovere la testata di marcatura attorno al prodotto, per proteggerlo da eventuali danni che possono crearsi in caso di urti durante la fase di marcatura e per proteggerlo da polvere e sporcizia che può essere presente nell'ambiente di lavoro, il blocco di marcatura viene inserito all'interno di un supporto metallico che è costituito da un contenitore in acciaio inossidabile opportunamente lavorato come si può vedere dalla figura 31 nel caso del blocco a 7 ugelli.



Figura 30 Disegni tecnici

Il contenitore metallico rappresentato nella figura 31 ospita il blocco di marcatura con le relative elettrovalvole a solenoide e tutti i cavi di collegamento necessari a garantirne il funzionamento e l'alimentazione, inoltre il contenitore funge anche da protezione contro le elevate temperature superficiali nel caso di marcatura a caldo ed evita il contatto diretto del blocco con la superficie del prodotto.

Il costo è di € 1280.00 con un peso complessivo considerando che il blocco sia già inserito al suo interno di 25 kg. Nel caso si lavori con temperature elevate conviene installare un sistema di raffreddamento per la testata di marcatura come ad esempio il sistema ad aria forzata.

Nel caso del blocco di marcatura a 10 ugelli il contenitore metallico in acciaio inossidabile che ospita il blocco SRP, le elettrovalvole a solenoide e tutti i cavi di collegamento necessari a garantirne il funzionamento ha un costo di € 1540.00.

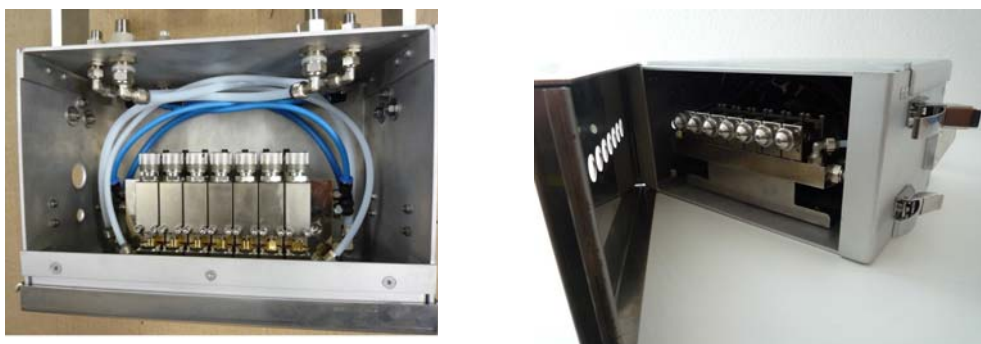


Figura 31 Testata di marcatura

Altro equipaggiamento necessario per il sistema di marcatura è la cabina per il controllo pneumatico, questo dispositivo è un contenitore con le seguenti dimensioni, altezza di 500

mm, larghezza di 500 mm, profondità di 210 mm e un peso complessivo di 25 kg, il componente è realizzato in acciaio inossidabile e opportunamente verniciato con colori che vengono scelti dal cliente.

Questo dispositivo è provvisto di manometri, di sistemi di regolazione a manopola, di filtri per l'aria e di una valvola di sicurezza per lo scarico rapido in caso di emergenza.

Viene utilizzato per controllare e regolare l'aria principale che arriva dall'unità di servizio e l'aria di atomizzazione utilizzata durante la marcatura, per gestire e regolare l'aria utilizzata per controllare le singole pistole e per l'aria utilizzata durante la fase di pulizia, inoltre serve anche per controllare e regolare l'aria utilizzata per il funzionamento dell'agitatore e della pompa.

L'unità di controllo pneumatico riceve l'aria compressa dall'unità di servizio presente all'interno della cabina di alimentazione della vernice e la distribuisce alla pompa, all'agitatore, al blocco di marcatura e all'unità di lavaggio, inoltre al suo interno troviamo anche le elettrovalvole a solenoide utilizzate per controllare la pompa e l'agitatore, il costo complessivo del dispositivo è di € 5480.00.



Figura 32 Unità di controllo pneumatico

Altro dispositivo importante è l'unità per il sistema di lavaggio automatico, questo dispositivo permette di miscelare l'aria utilizzata per il lavaggio prelevata dall'unità per il controllo pneumatico vista precedentemente con il liquido detergente prelevato dal gruppo di alimentazione dell'agente pulente, il mix così ottenuto viene portato al blocco di marcatura per la pulizia dei singoli ugelli.

Al termine della fase di lavaggio grazie a questo dispositivo viene risciacquato il blocco di marcatura con la sola aria utilizzata per la pulizia al fine di asciugare i singoli ugelli.

Questo dispositivo viene controllato dall'unità di controllo, infatti l'operazione di lavaggio può essere automatica e programmata dall'operatore tramite l'interfaccia uomo-macchina presente sull'unità di controllo oppure può essere manuale ed eseguibile dall'operatore mediante il pulsante presente sull'unità di controllo.

Il dispositivo ha un peso di circa 1 kg e un costo complessivo compresi anche 5 m di cavo per il collegamento all'unità di controllo è di € 590.00.



Figura 33 Unità per il sistema di lavaggio automatico

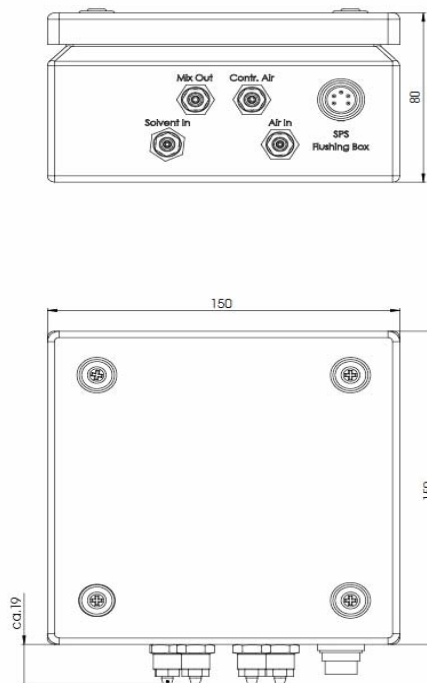


Figura 34 Definizione delle misure principali

Altro dispositivo è la scatola di controllo, essa è gestita dall'unità di controllo e permette di controllare le singole pistole nel blocco di marcatura in quanto agisce sulle loro elettrovalvole a solenoide in base alle impostazioni che vengono fornite dall'unità di controllo.

In base al testo da marcare che viene inserito dall'operatore tramite l'apposita interfaccia uomo-macchina presente nell'unità di controllo, questo dispositivo va a controllare l'attivazione delle singole pistole permettendo così di gestire la sequenza di marcatura che crea i caratteri desiderati sotto forma di matrice di punti.

Il componente ha le seguenti dimensioni, altezza di 300mm, larghezza di 200 mm, profondità di 80 mm e un peso complessivo di 3.5 kg.



Figura 35 Scatola di controllo

L'ultimo componente del sistema di marcatura è l'unità di controllo provvista di pannello di comando con relativo PLC e display analogico che permette l'interfaccia uomo-macchina.

Questo dispositivo permette di controllare e gestire l'unità di controllo pneumatico, la scatola di controllo e la scatola per il sistema di lavaggio automatico, inoltre sono presenti anche i pulsanti per l'arresto in caso di emergenza e indicatori luminosi per controllare ad esempio i livelli della vernice e dell'agente pulente, sono presenti anche i pulsanti per il controllo manuale della pompa, dell'agitatore e della fase di lavaggio.

Il dispositivo permette all'operatore di inserire il testo da marcare e di definire la matrice di punti 7x5 che verrà creata per ogni carattere, permette anche di programmare l'operazione di lavaggio allo scopo che dopo un certo numero di cicli in modo automatico avvenga la pulizia degli ugelli.

Il dispositivo ha le seguenti dimensioni, una larghezza di 760 mm, un'altezza di 760 mm e una profondità di 210 mm, la tensione di esercizio è di 400/230 V mentre la tensione di comando è di 24 V in CA oppure CC, il costo complessivo del dispositivo compreso anche la scatola di controllo è di € 11800.00.



Figura 36 Unità di controllo

Per quanto riguarda i cavi flessibili utilizzati per il collegamento e il trasporto dei vari materiali di consumo, in questa proposta forniscono i seguenti componenti: 20 m di cavo modello NW8 e modello NW6 in teflon per il trasporto della vernice da utilizzare per portare il materiale di consumo al blocco di marcatura e per riportare la vernice al suo gruppo di alimentazione, 20 m di cavo modello NW9 per l'aria principale e per portare l'aria compressa ai gruppi di alimentazione della vernice e dell'agente pulente, alla pompa, all'agitatore e a tutti quei componenti che necessitano di aria compressa per il loro funzionamento, 20 m di cavo modello NW8 per l'aria di atomizzazione, 20 m di cavo modello NW6 per l'aria di controllo, 20 m di cavo modello NW8 per il trasporto dell'agente detergente e del mix ottenuto dopo la miscelazione tra l'aria e il detergente, il costo complessivo di tutti i cavi offerti è di € 1550.00.

L'utilizzo dei cavi flessibili permette di ridurre l'ingombro in quanto possono essere facilmente inseriti in una manica termoprotettiva flessibile ideata appositamente per i robot nel caso si utilizzi questa soluzione e a sua volta la manica flessibile si trova all'interno di un ulteriore manica atta a resistere alle alte temperature, oppure i cavi possono essere inseriti all'interno di ulteriori sistemi di protezione nel caso si utilizzano macchine automatiche diverse dai robot.

Per quanto riguarda i materiali di consumo un esempio di liquido detergente fornito dalla Rea-Jet è il CL-FES 090 al costo di 9.45 €/l.

Come già definito in precedenza per applicazioni fino a 1000°C Rea-Jet produce una speciale vernice a base d'acqua in relazione alle specifiche esigenze di marcatura del cliente, mentre per applicazioni fino a 850°C si dovrà utilizzare una vernice a base oleosa.

Il costo complessivo dell'impianto illustrato è di € 45618.00 nel caso si utilizzi il blocco di marcatura con sette ugelli e € 47828.00 nel caso si scelga il blocco di marcatura con dieci ugelli, a questa spesa si dovrà aggiungere il costo della vernice e dell'agente pulente in base alla quantità che verranno richieste.



Figura 37 Esempi di marcatura ottenibili con questo impianto

3.4. Altre soluzioni disponibili

Oltre alla soluzione vista precedentemente, che è quella prescelta, ne sono state esaminate altre, poi scartate in quanto non soddisfano le prospettive e le esigenze richieste.

La prima alternativa scartata è quella offerta dalla Magnemag, che fornisce i blocchi per la marcatura e tutto l'equipaggiamento necessario da montare esclusivamente su macchine automatiche prodotte da un'azienda che è loro partner.

Per questo motivo la soluzione è stata scartata subito visto che Magnemag collabora con un potenziale concorrente e che comunque Itipack vuole impiegare macchine automatiche che vengono già utilizzate da loro.

Una seconda alternativa è offerta dalla Walther-Pilot, in particolare le soluzioni fornite da due distributori italiani: Zator e Wagner Colora. Ho contattato due fornitori per avere due opinioni distinte riguardo la configurazione del sistema di marcatura e sulla tipologia di equipaggiamento più idonea alle esigenze richieste.

Per primo ho contattato la Zator allo scopo di individuare quale tra i blocchi di marcatura offerti è il più adatto per lavorare nel settore di interesse e richiedere le relative caratteristiche tecniche, per capire se i sistemi mono ugello da loro offerti possono essere impiegati per la marcatura di bobine con temperature superficiali variabili.

Contattando la Zator ho potuto richiedere informazioni sui modelli, sui costi, e sulle caratteristiche tecniche del gruppo di alimentazione della vernice, delle pompe per il ricircolo, dei sistemi per la miscelazione tra aria e detergente, sulle vernici ed l'agente pulente e per avere informazioni sull'ulteriore equipaggiamento necessario da utilizzare nel caso specifico di marcatura a caldo di rotoli metallici.

Per prima cosa mi sono stati forniti degli schemi pneumatici che rappresentano le configurazioni più usate sia con i blocchi di marcatura che con i sistemi mono ugello.

- **Sistema 1**

E' un sistema di marcatura a spruzzo di piccole dimensioni, dal funzionamento semplice e con un design compatto. Il costo del sistema è contenuto e richiede bassa manutenzione perché è adatto a lavorare con carichi di lavoro molto contenuti, inoltre l'impianto rappresentato è privo della funzione di lavaggio e di ricircolo della vernice è questo lo rende più adatto a lavorare con pistole mono ugello.

Questa configurazione non viene mai utilizzata con i blocchi di marcatura che richiederebbero anche gruppi per l'alimentazione della vernice di dimensioni maggiori.

Sono disponibili diversi accessori come agitatori e sensori di misurazione del livello di vernice da installare sul gruppo di alimentazione della vernice.

Questa configurazione la si può scartare in quanto è adatta per piccoli lavori di marcatura non certo per contrassegnare prodotti metallici come le bobine e per lavorare in ambienti ostili come le industrie siderurgiche.

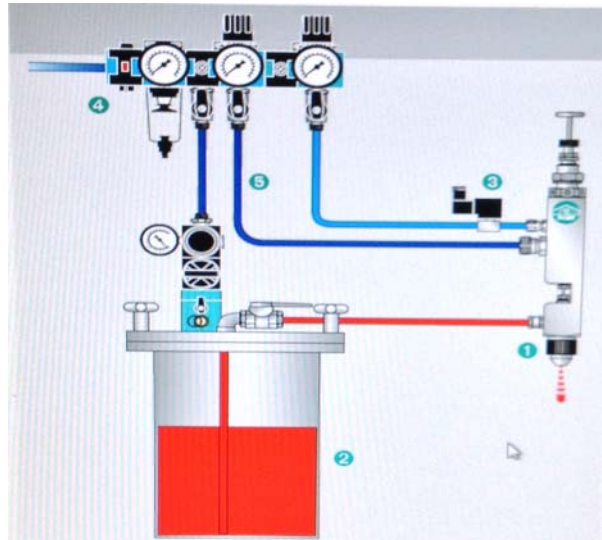


Figura 38 Configurazione 1

L'equipaggiamento che compone il sistema di marcatura è il seguente:

1. Pistola di marcatura mono ugello a controllo elettropneumatico con asta di tiro per attivazione manuale (ad esempio per le prove a spruzzo), i blocchi di marcatura offerti non sono adatti a questo tipo di configurazione.
2. Gruppo di alimentazione della vernice costituito da un serbatoio pressurizzato modello MDG 1 in acciaio inox, capacità di 1100 ml e pressione massima di lavoro di 3 bar. Sono possibili altri modelli come il MDG 2 con capacità 1800 ml, MDG 3 con capacità 2500 ml oppure il MDG 4 con capacità 3100 ml.
3. Elettrovalvola a solenoide 3 porte/2 posizioni per il controllo della pistola, alimentazione a 24 V CC ma sono disponibili anche altre tensioni.
4. Collettore d'aria compressa con manometri e valvola di sicurezza, il dispositivo riceve l'aria dall'impianto dell'azienda e permette di controllare l'aria compressa che viene mandata ai vari dispositivi, in questo caso serve per il controllo dell'aria compressa che viene distribuita alla pistola a spruzzo e al serbatoio pressurizzato di vernice.
5. Tubi flessibili per l'aria e la vernice completi di tutti i raccordi necessari.

- **Sistema 2**

Questo sistema è più performante ma anche più costoso rispetto al sistema 1 perché l'impianto prevede la funzione di ricircolo della vernice e per questo motivo necessita di una pompa.

Il sistema viene utilizzato ad esempio quando si usano materiali che tendono ad asciugare rapidamente, per impedire che la vernice si possa seccare ed evitare inutili sprechi dell'agente di consumo la vernice è tenuta in circolazione mediante una pompa a doppia membrana.

Questa configurazione è già più adatta per contrassegnare anche i prodotti metallici ma non avendo la funzione di lavaggio non può essere utilizzata per carichi di lavoro importanti e quando l'intervallo di marcatura tra un ciclo e l'altro è breve, questo perché si rischierebbe di perdere la qualità e la nitidezza della marcatura a causa della sedimentazione dei pigmenti di vernice nel blocco di marcatura o nel singolo ugello.

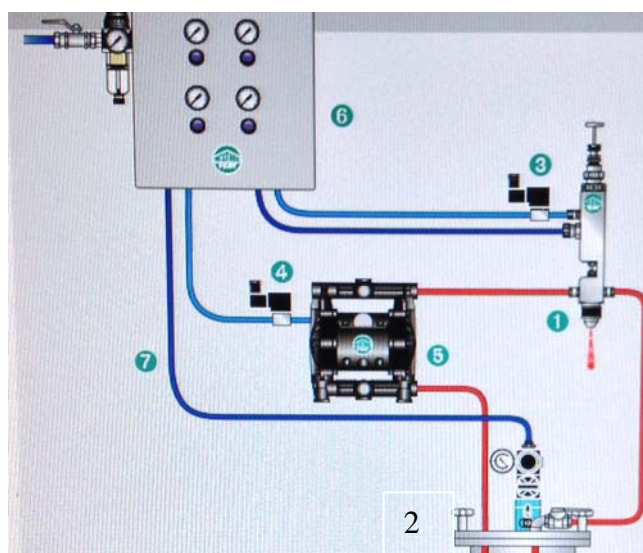


Figura 39 Configurazione 2

L'equipaggiamento che compone il sistema di marcatura è il seguente:

1. Pistola di marcatura mono ugello con sistema di ricircolo, tuttavia è possibile adottare anche entrambi i blocchi di marcatura offerti ovviamente equipaggiati con la funzione di ricircolo.
2. Serbatoio pressurizzato per la vernice modello MDG 1 in acciaio inox, capacità di 1100 ml, pressione massima di lavoro di 3 bar e con sistema di ricircolo della vernice. Quando si lavora con i blocchi di marcatura si utilizzano serbatoi di dimensioni maggiori come il modello MDG 2 con capacità di 1800 ml, il modello MDG 3 con

capacità di 2500 ml, il modello MDG 4 con capacità di 3100 ml oppure anche serbatoi pressurizzati della serie LDG che sono più leggeri, tuttavia è possibile utilizzare anche modelli di dimensioni maggiori.

3. Elettrovalvola a solenoide 3/2 con alimentazione a 24 V CC per il controllo della pistola. Nel caso del blocco di marcatura a controllo elettropneumatico ogni pistola deve avere la propria elettrovalvola 3/2 che è fissata sul blocco, in questo modo dall'unità di controllo pneumatico l'aria compressa utilizzata per il controllare gli ugelli viene portata al blocco di marcatura. Controllando poi l'attivazione elettrica delle elettrovalvole a solenoide permettono all'aria compressa necessaria per il funzionamento delle singole pistole di passare o meno, consentendo così il controllo delle singole pistole. Se invece si utilizza il blocco serie ES a controllo elettromagnetico non ho bisogno dell'aria compressa per controllare i singoli ugelli, questo perché la corsa dell'ago è controllata tramite le speciali elettrovalvole a solenoide alimentate a 12 V CC che sono installate sul blocco e l'aria viene utilizzata solo per la marcatura.
4. Elettrovalvola a solenoide 2 porte/2 posizioni per il controllo della pompa con alimentazione a 24 V CC, tuttavia sono disponibili anche altre tensioni.
5. Pompa a membrana modello MBP 2812, tuttavia è possibile utilizzare anche altri modelli in base alle esigenze specifiche.
6. Unità per il controllo pneumatico completa di sistemi di regolazione a manopola, manometri e una valvola di sicurezza per lo scarico rapido in caso di emergenza. Questo dispositivo riceve l'aria dall'impianto pneumatico dell'azienda e permette di controllare, regolare e distribuire l'aria compressa che viene utilizzata dai vari componenti dell'impianto.
7. Tubi flessibili per l'aria e la vernice completi dei raccordi necessari.

Il sistema può essere facilmente adattato alle diverse esigenze di lavoro dei clienti, sono disponibili ulteriori accessori per rendere il sistema più performante come agitatori manuali, elettrici e pneumatici, sensori per la misurazione del livello di vernice, sensori per monitorare le funzioni dell'impianto e ulteriori modelli per le unità di controllo pneumatico.

- **Sistema 3**

Questo sistema è dotato della funzione di lavaggio che permette di mantenere ciclo dopo ciclo una marcatura nitida e di qualità, inoltre permette di evitare l'esecuzione di molteplici prove per verificare se si avrà una buona marcatura e riducendo così il consumo di vernice.

Il funzionamento del sistema è molto semplice, richiede bassa manutenzione ma avrà un costo maggiore, inoltre il sistema può essere facilmente adattato alle diverse esigenze di lavoro dei clienti.

Sono disponibili ulteriori accessori per rendere il sistema più performante come agitatori manuali, elettrici e pneumatici, sensori per la misurazione del livello di vernice e diversi modelli per le unità di controllo pneumatico.

Questo sistema come la configurazione precedente è adatto per contrassegnare anche i prodotti metallici, tuttavia non avendo la funzione di ricircolo della vernice non è molto conveniente quando si hanno carichi di lavoro importanti, questo perché a causa dei molti prodotti da marcare si avrebbe un grande consumo di vernice e quindi spese elevate per il materiale di consumo.

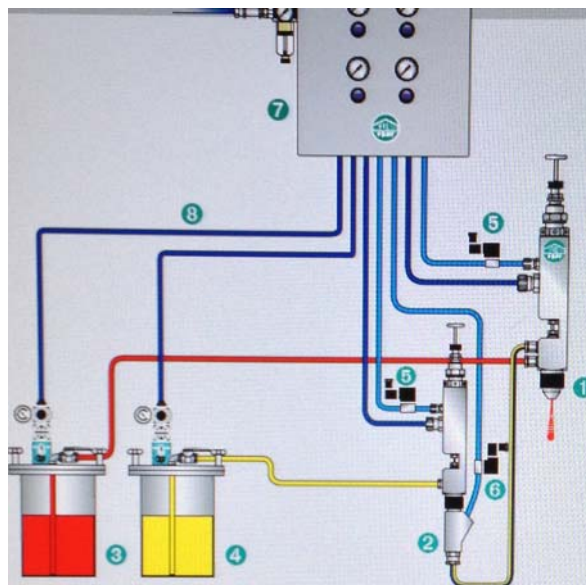


Figura 40 Configurazione 3

L'equipaggiamento che compone il sistema di marcatura è il seguente:

1. Pistola di marcatura mono ugello con asta di tiro per attivazione manuale (ad esempio per le prove a spruzzo) e con sistema di lavaggio, tuttavia è possibile adottare anche entrambi i blocchi di marcatura offerti. La pistola mono ugello e i blocchi di marcatura sono costruiti in modo da evitare il contatto tra l'agente di lavaggio e la vernice, il che

garantisce un disegno di marcatura molto preciso e ottimizza l'affidabilità del sistema di marcatura.

2. Valvola di lavaggio modello 20-369 con corpo in ottone placato nichel. Questo componente è costruito per fare in modo che al suo interno avvenga la miscelazione tra l'agente detergente e l'aria compressa. Viene utilizzata quando si lavora con i sistemi mono ugello oppure con il blocco di marcatura a controllo elettropneumatico, mentre con il blocco serie ES a controllo elettromagnetico la miscelazione tra liquido detergente e aria compressa avviene all'interno dello stesso blocco di marcatura.
3. Serbatoio pressurizzato per la vernice oppure inchiostro, modello MDG 3 in acciaio inox con capacità 2500 ml e pressione massima di lavoro di 3 bar. Nel caso si lavori con i blocchi di marcatura devono essere utilizzati serbatoi di dimensioni maggiori come il modello MDG 4 con capacità 3100 ml ma anche modelli di dimensioni maggiori.
4. Serbatoio pressurizzato per il liquido detergente modello MDG 3 in acciaio inox con capacità 2500 ml e pressione massima di lavoro di 3 bar.
5. Elettrovalvola a solenoide 3/2 con alimentazione a 24 V CC ma sono disponibili anche altre tensioni, per controllare sia la pistola di marcatura mono ugello che la valvola per il lavaggio. Nel caso del blocco di marcatura a controllo elettropneumatico ogni pistola deve avere la propria elettrovalvola 3/2 installata direttamente sul blocco, in questo modo dall'unità di controllo pneumatico l'aria compressa utilizzata per il controllo degli ugelli viene portata al blocco di marcatura. Successivamente controllando l'attivazione elettrica delle elettrovalvole a solenoide permettono all'aria compressa necessaria per il funzionamento delle singole pistole di passare o meno, consentendo così il controllo delle singole pistole. Se invece si utilizza il blocco serie ES a controllo elettromagnetico non ho bisogno dell'aria compressa per controllare i singoli ugelli, perché la corsa dell'ago è controllata tramite le speciali elettrovalvole a solenoide alimentate a 12 V CC che sono installate sul blocco e l'aria viene utilizzata per la marcatura e per la fase di lavaggio.
6. Elettrovalvola a solenoide 2/2 con alimentazione a 24 V CC per controllare il flusso di aria compressa che viene portato alla valvola di lavaggio.
7. Unità per il controllo pneumatico che riceve l'aria dall'impianto pneumatico dell'azienda e permette grazie ai sistemi di regolazione a manopola, ai manometri e ad una valvola di sicurezza per lo scarico rapido in caso di emergenza di controllare,

regolare e distribuire l'aria compressa che viene utilizzata dai vari componenti dell'impianto.

8. Tubi flessibili per l'aria, la vernice e l'agente pulente completi di tutti i raccordi necessari.

La sequenza di lavaggio può essere manuale oppure automatica impostabile dall'operatore tramite l'unità di controllo, l'operazione di lavaggio è differente a seconda che si utilizzano sistemi mono ugello oppure multi ugello.

Nel caso di singole pistole spray e del blocco di marcatura a controllo elettropneumatico la sequenza è la seguente:

1. Quando il processo di marcatura è finito viene utilizzata l'elettrovalvola a solenoide 3/2 segnata con il numero 5 nella figura 40 per chiudere la pistola di marcatura. Lo stesso accade con i blocchi di marcatura, vengono chiuse le singole pistole grazie alle elettrovalvole presenti sul blocco.
2. Si utilizza l'elettrovalvola a solenoide 3/2 segnata con il numero 5 nella figura 40 per aprire la valvola di lavaggio per circa 3-5 secondi, così una miscela di aria compressa e detergente pulisce l'area tra l'ugello della vernice e l'ugello dell'aria di atomizzazione nella pistola di marcatura oppure nelle singole pistole montate sul blocco.
3. Si utilizza l'elettrovalvola a solenoide segnata con il numero 5 nella figura 40 per chiudere la valvola di lavaggio dopo che la fase di pulizia è finita.
4. Successivamente si apre l'elettrovalvola a solenoide 2/2 segnata con il numero 6 nella figura 40 per circa 5 secondi, allo scopo di mandare nella zona appena pulita aria compressa ed asciugare così gli ugelli. Questa azione permette di evitare l'eventuale fuoriuscita dell'agente detergente appena utilizzato sul prodotto durante il successivo ciclo di marcatura.
5. Chiusura della elettrovalvola a solenoide 2/2 segnata con il numero 6 nella figura 40 ed il processo di lavaggio è concluso.

Nel caso si utilizzi il blocco di marcatura a controllo elettromagnetico serie ES il liquido detergente viene portato direttamente al blocco.

Durante l'operazione di lavaggio l'aria di nebulizzazione e l'aria per il lavaggio vengono tenute attivate e con una pressione costante, così il liquido detergente che viene portato al blocco di

marcatura viene risciacquato attraverso cicli di 3-5 secondi, al termine del lavaggio la zona appena pulita viene asciugata utilizzando solo l'aria compressa.

- **Sistema 4**

Questo sistema rappresenta un impianto di marcatura completo con la funzione di lavaggio e di ricircolo della vernice, è un sistema efficiente e affidabile dal punto di vista della marcatura, richiede bassa manutenzione, offre elevate prestazioni, viene utilizzato quando si lavora con grandi quantità di materiale ma il costo è superiore rispetto agli altri sistemi visti finora.

E' progettato per lavorare con materiali che tendono ad asciugare rapidamente, infatti viene utilizzata una pompa per tenere questi materiali in circolazione e il sistema di lavaggio ha la funzione di impedire la perdita di prestazioni dovute ad accumulo di materiale nell'ugello.

Questo sistema è adatto a lavorare con i blocchi di marcatura è adeguato per contrassegnare anche i prodotti metallici oltre che altri tipi di prodotti, inoltre se opportunamente configurato con protezioni ed ulteriori accorgimenti può essere impiegato per lavorare in ambienti ostili come le industrie siderurgiche.

Avendo la funzione di ricircolo della vernice e la funzione di lavaggio è indicato quando si hanno carichi di lavoro importanti e può essere facilmente integrato sulle macchine automatiche.

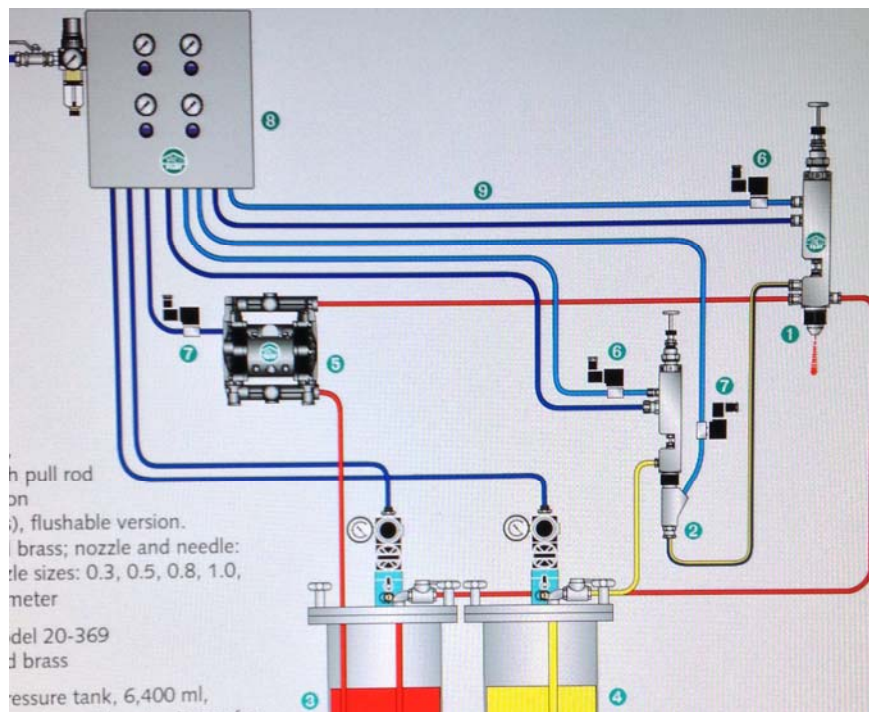


Figura 41 Configurazione 4

L'equipaggiamento che compone il sistema di marcatura è il seguente:

1. Pistola di marcatura mono ugello con sistema di lavaggio e di ricircolo della vernice, tuttavia si possono utilizzare i blocchi di marcatura ovviamente equipaggiati con le funzioni di lavaggio e di ricircolo.
2. Valvola di lavaggio modello 20-369 con corpo in ottone placato nichel. Viene utilizzata quando si lavora con i sistemi mono ugello oppure con il blocco di marcatura a controllo elettropneumatico e permette di miscelare il detergente con l'aria compressa da utilizzare durante l'operazione di lavaggio. Con il blocco serie ES a controllo elettromagnetico la miscelazione tra liquido detergente e aria compressa avviene all'interno dello stesso blocco di marcatura.
3. Serbatoio pressurizzato per la vernice oppure inchiostro come il modello MDG 8 in acciaio inox con capacità di 6400 ml e pressione massima di lavoro di 4 bar. Nel caso si lavori con i blocchi di marcatura devono essere utilizzati modelli di serbatoi di dimensioni maggiori come il modello MDG 12 con capacità di 11800 ml, il modello MDG 22 con capacità di 19500 ml o ulteriori modelli di dimensioni maggiori.
4. Serbatoio pressurizzato per il liquido detergente, modello MDG 8 in acciaio inox con capacità 6400 ml e pressione massima di lavoro di 4 bar.
5. Pompa a membrana modello MBP 2812, tuttavia è possibile utilizzare altri modelli in base alle esigenze specifiche.
6. Elettrovalvola a solenoide 3/2 con alimentazione a 24 V CC per controllare sia la pistola di marcatura mono ugello che la valvola di lavaggio. Nel caso del blocco di marcatura a controllo elettropneumatico ogni pistola deve avere la propria elettrovalvola 3/2 fissata direttamente nel blocco di marcatura, in questo modo dall'unità di controllo pneumatico l'aria compressa utilizzata per il controllo degli ugelli viene portata al blocco di marcatura. Successivamente controllando l'attivazione elettrica delle elettrovalvole a solenoide permettono all'aria compressa necessaria per il funzionamento delle singole pistole di passare o meno, consentendo così il controllo delle singole pistole. Se invece si utilizza il blocco serie ES a controllo elettromagnetico non ho bisogno dell'aria compressa per controllare i singoli ugelli, questo perché la corsa dell'ago è controllata tramite le speciali elettrovalvole a solenoide alimentate a 12 V CC che sono installate sul blocco e l'aria viene utilizzata per la marcatura e per la fase di lavaggio.

7. Elettrovalvola a solenoide 2/2 con alimentazione a 24 V CC per controllare il flusso di aria compressa che viene portato alla valvola di lavaggio e alla pompa a doppia membrana.
8. Unità per il controllo pneumatico completa di sistemi di regolazione a manopola, manometri e una valvola di sicurezza per lo scarico rapido in caso di emergenza. Questo dispositivo riceve l'aria dall'impianto pneumatico dell'azienda e permette di controllare, gestire e distribuire l'aria compressa che viene utilizzata dai vari componenti dell'impianto.
9. Tubi flessibili per l'aria, la vernice e l'agente pulente completi dei raccordi necessari.

Anche questo sistema può essere facilmente adattato alle diverse esigenze di lavoro dei clienti, infatti sono disponibili ulteriori accessori oltre all'equipaggiamento sopra descritto che permettono di rendere il sistema più performante, come agitatori manuali, elettrici e pneumatici, sensori per la misurazione del livello di vernice e ulteriori modelli per le unità di controllo pneumatico.

- **Sistema 5**

Una ulteriore configurazione di un sistema di marcatura completo con la funzione di lavaggio e di ricircolo della vernice che utilizza i blocchi di marcatura e rappresentata nella figura 42.

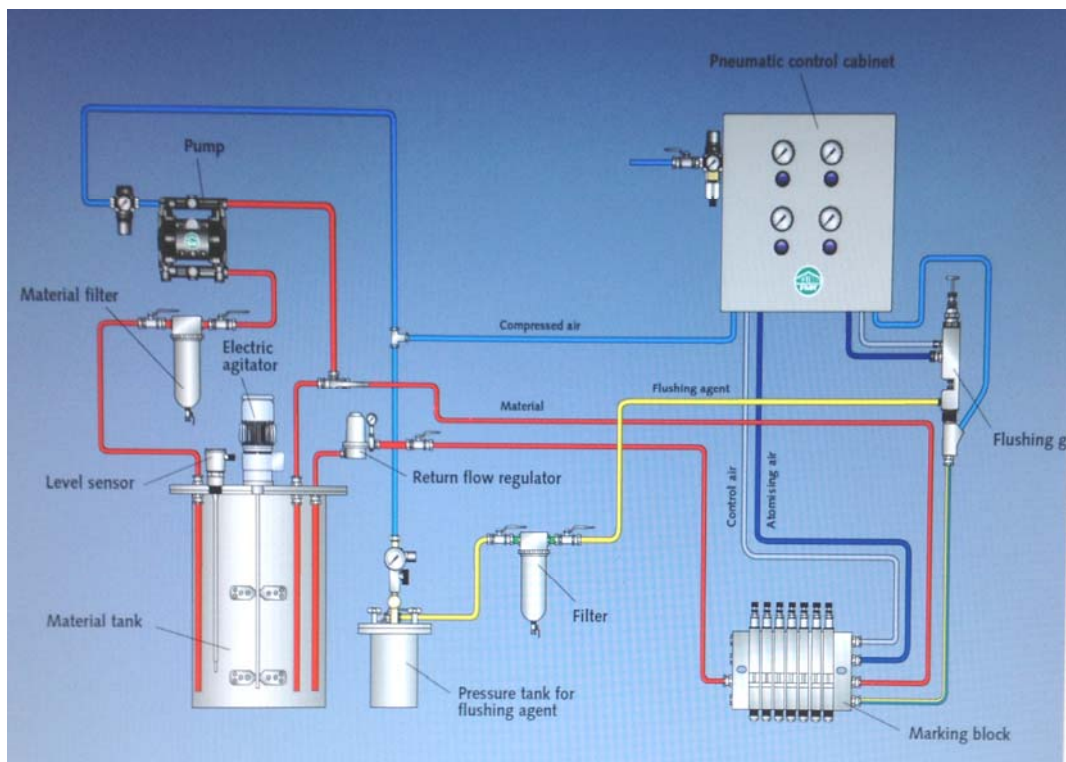


Figura 42 Sistema di marcatura completo

Dalla figura 42 si può vedere che l'impianto è composto principalmente dai seguenti dispositivi:

1. Gruppo di alimentazione della vernice composto da un serbatoio pressurizzato e adattato alla funzione di ricircolo della vernice, il dispositivo è completo dei relativi accessori come l'agitatore elettrico (tuttavia sono possibili anche i modelli manuali e pneumatici) e il sensore per la misurazione del livello di vernice.
2. Pompa a doppia membrana per riportare la vernice dal blocco di marcatura al gruppo di alimentazione della vernice al termine della sequenza di marcatura con relativo sistema di regolazione della pressione.
3. Blocco di marcatura a controllo elettropneumatico con 7 pistole spray dotato della funzione di lavaggio e di ricircolo della vernice, le singole elettrovalvole a solenoide sono posizionate sul blocco. Quando le elettrovalvole vengono sollecitate elettricamente tramite l'unità di controllo permettono il passaggio dell'aria di controllo, essa entra nella camera dell'aria presente all'interno di ogni singola pistola e va a comprimere la molla che permette così all'ago di muoversi. Intanto la vernice viene portata nella camera del materiale di consumo e quando l'ago è sollevato la vernice viene spruzzata sul prodotto grazie all'aria di atomizzazione che anch'essa viene portata nel blocco e poi distribuita alle singole pistole.
4. Filtri per i materiali di consumo vernice ed agente pulente.
5. Sistema di regolazione del flusso di ritorno della vernice.
6. Valvola di lavaggio a controllo pneumatico, il funzionamento è semplice infatti quando la sua elettrovalvola a solenoide è sollecitata elettricamente permette il passaggio dell'aria compressa che entra nella valvola di lavaggio. L'aria comprime la molla presente all'interno e così l'ago si solleva, questo movimento permette di erogare il mix detergente/aria utilizzato per l'operazione di pulizia.
7. Unità per il controllo pneumatico completa di sistemi di regolazione a manopola, manometri e una valvola di sicurezza per lo scarico rapido in caso di emergenza. Il dispositivo riceve l'aria dall'impianto pneumatico dell'azienda e permette di controllare, gestire e distribuire l'aria compressa che viene utilizzata dai vari componenti dell'impianto, inoltre contiene le elettrovalvole a solenoide per controllare la pompa, l'agitatore e la valvola di lavaggio. A questo dispositivo si deve aggiungere l'unità per il controllo elettrico con relativo PLC e display, il dispositivo permette l'interfaccia uomo-macchina che permette ad esempio di inserire il testo da marcare, di controllare le elettrovalvole a solenoide presenti sul blocco così da gestire

la sequenza di marcatura, di gestire e programmare l'operazione di lavaggio e permette anche di controllare l'unità per il controllo pneumatico.

8. Cavi flessibili per la vernice, l'agente pulente e l'aria compressa.

Nel caso si utilizzi il blocco di marcatura serie ES a controllo elettromagnetico non ho bisogno dell'aria di controllo e della valvola di lavaggio, questo perché i singoli ugelli sono controllati mediante elettrovalvole a solenoide e quando sono sollecitate elettricamente permettono di controllare il movimento dell'ago all'interno di ogni singola pistola.

La vernice viene portata al blocco di marcatura e quando il blocco viene attivato si utilizza l'aria di atomizzazione portata sul blocco e distribuita alle singole pistole per applicare la vernice sul prodotto.

Per quanto riguarda la fase di lavaggio, il detergente viene portato al blocco di marcatura e durante l'operazione di pulizia che viene controllata da due elettrovalvole a solenoide alimentate a 24 V CC, l'aria di nebulizzazione e l'aria esterna per il lavaggio vengono tenute attivate e con pressioni costanti, in questo modo il liquido detergente è risciacquato attraverso cicli di 3-5 secondi.

Ultimata l'operazione di lavaggio viene utilizzata solamente l'aria compressa per asciugare le zone pulite al fine di evitare la fuoriuscita di liquido detergente durante le successive operazioni di marcatura.

Il sistema rappresentato è dotato di due circuiti per la circolazione della vernice, il primo permette di riportare la vernice rimasta nel blocco al termine della marcatura all'interno del serbatoio sfruttando il sistema di regolazione del flusso di ritorno, mentre il secondo viene utilizzato quando la marcatura è interrotta e per evitare che la vernice si secchi viene tenuta in circolazione tra il serbatoio e la pompa.

Il secondo circuito di circolazione della vernice non è standard ma può essere installato su richiesta del cliente in modo semplice.

Per quanto riguarda la fase di pulizia del blocco a controllo elettropneumatico viene utilizzata la valvola di lavaggio che permette di miscelare l'aria compressa e il detergente, il mix così ottenuto è mandato nel blocco di marcatura che è appositamente lavorato per consentire al materiale di lavaggio così creato di pulire ogni singolo ugello.

Conclusa l'operazione di pulizia la valvola di lavaggio manda aria compressa nel blocco e permette di asciugare gli ugelli garantendo la massima affidabilità di marcatura.

Gli schemi descritti fino ad ora rappresentano gli standard normalmente utilizzati per sviluppare un sistema di marcatura, ovviamente la scelta dei modelli di componenti da

impiegare e la configurazione dell'impianto di marcatura dipenderà dall'applicazione a cui sarà destinato, dalla tipologia di vernice che verrà utilizzata e dai componenti impiegati.

Finora ho illustrato solo gli schemi pneumatici a cui si devono poi aggiungere i componenti elettronici necessari per controllare tutto l'impianto di marcatura, nel caso specifico si dovrà utilizzare l'unità di controllo che è un dispositivo dotato di PLC e di display che permette l'interfaccia uomo-macchina.

Questo dispositivo permette di inserire il testo da marcare oppure di scaricare i dati e le impostazioni da un'interfaccia remota, di controllare le elettrovalvole a solenoide così da gestire la sequenza di marcatura, di gestire e programmare l'operazione di lavaggio e permette anche di controllare l'unità per il controllo pneumatico.

Una volta spiegato al fornitore Zator l'applicazione a cui sarà destinata la macchina e che l'Itipack è completamente estranea al settore della marcatura.

Premesso anche che per iniziare vorrebbero sviluppare un piccolo sistema di marcatura da applicare sul loro robot e una volta capita la strada da seguire sviluppare un impianto più prestante e più adatto alle specifiche esigenze con l'obiettivo di avere elevate prestazioni.

Specificato anche che se possibile l'azienda vorrebbe acquistare solo l'equipaggiamento che riguarda l'impianto pneumatico mentre per i dispositivi elettrici ed elettronici si affideranno ad altri fornitori con cui hanno già rapporti commerciali, la Zator mi ha fornito informazioni sui componenti che ritiene più adatti per un primo sviluppo del sistema di marcatura con la funzione di lavaggio e di ricircolo della vernice e ha consigliato la configurazione illustrata nella figura 41.

I componenti consigliati sono i seguenti:

- Gruppo di alimentazione della vernice

Il gruppo di alimentazione della vernice è costituito da un serbatoio pressurizzato modello LDG, sono serbatoi leggeri realizzati interamente in acciaio inox 1.4301 e sono progettati per poter lavorare alla pressione massima di 6 bar.

I serbatoi possono essere aperti facilmente e rapidamente utilizzando le serrature di aderenza a cerniere trasversali.

Il gruppo di alimentazione è composto dai seguenti componenti:

1. Tubo di presa per il materiale.
2. Valvola a sfera per il controllo dell'uscita del materiale.
3. Agitatore opzionale (nel nostro caso pneumatico).
4. Sistema per l'ingresso dell'aria assieme al regolatore di pressione, al manometro e alla valvola di sicurezza.
5. Serrature di presa a cerniera trasversale.

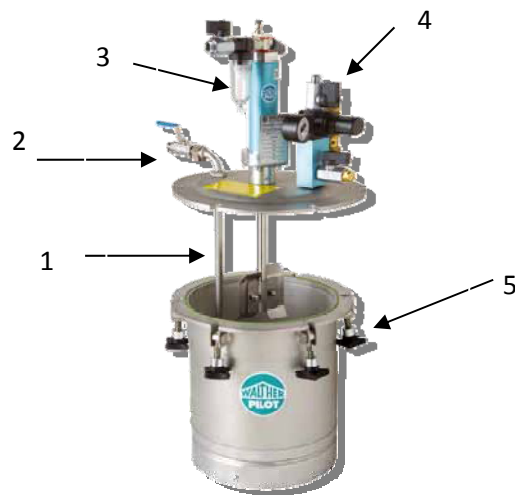


Figura 43 Serbatoio pressurizzato modello LDG

I serbatoi a pressione della Walther-Pilot permettono di soddisfare elevate esigenze in termini di qualità e sicurezza del prodotto, infatti la direttiva 97/23/CE regola la progettazione, l'approvazione e l'uso di recipienti in pressione e di altre attrezzature a pressione.

Come leader nella produzione di serbatoi a pressione, Walther-Pilot ha applicato la direttiva sulle attrezzature a pressione su tutta la sua gamma di prodotti offerti ed insieme alla procedura di accertamento della conformità da loro scelta assicura che possono reagire alle richieste dei clienti con un elevato livello di flessibilità.

Se si utilizza la funzione di ricircolo di vernice come nel nostro caso il serbatoio dovrà essere equipaggiato con un ulteriore sistema a tubo per la presa del materiale che consente di reintrodurre il materiale nel gruppo di alimentazione.

I serbatoi offerti sono stati due:

- a) Serbatoio a pressione certificato CE in acciaio inox modello LDG5, capacità di 3.5 l completo di agitatore pneumatico (potenza di 0.36 kW, velocità di rotazione 200 giri/min, max. 17 Nm). L'agitatore è costituito da una girante a palette standard il cui diametro dipende dalla sua velocità di rotazione e dalle dimensioni del contenitore, può essere disponibile in acciaio zincato oppure in acciaio inox, la velocità di rotazione e la potenza dell'agitatore possono essere regolate in base alla viscosità del fluido. La pressione massima di lavoro è di 6 bar. La consegna del prodotto è intorno alle 3/4 settimane, il costo del componente da catalogo è di € 2.910,00 scontato del 30% abbiamo un prezzo di € 2.037,00 con validità dell'offerta di 60 gg.
- b) Serbatoio a pressione certificato CE in acciaio inox modello LDG10, ha una capacità 9 l ed è completo di agitatore pneumatico (potenza 0.36 kW, velocità di rotazione 200 giri/min, max. 17 Nm). L'agitatore è costituito da una girante a palette standard il cui

diametro dipende dalla sua velocità di rotazione e dalle dimensioni del contenitore, può essere disponibile in acciaio zincato oppure in acciaio inox, la velocità di rotazione e la potenza dell'agitatore possono essere regolate in base alla viscosità del fluido. La pressione massima di lavoro è di 6 bar. La consegna del prodotto è intorno alle 3/4 settimane, il costo del componente da catalogo è di € 2.974,00 scontato del 30% abbiamo un prezzo di € 2.081,00 con validità dell'offerta di 60 gg.

Il gruppo di alimentazione della vernice che meglio soddisfa le aspettative è il modello LDG10.

In allegato ho inserito i disegni tecnici dei due serbatoi offerti LDG5 e LDG10.

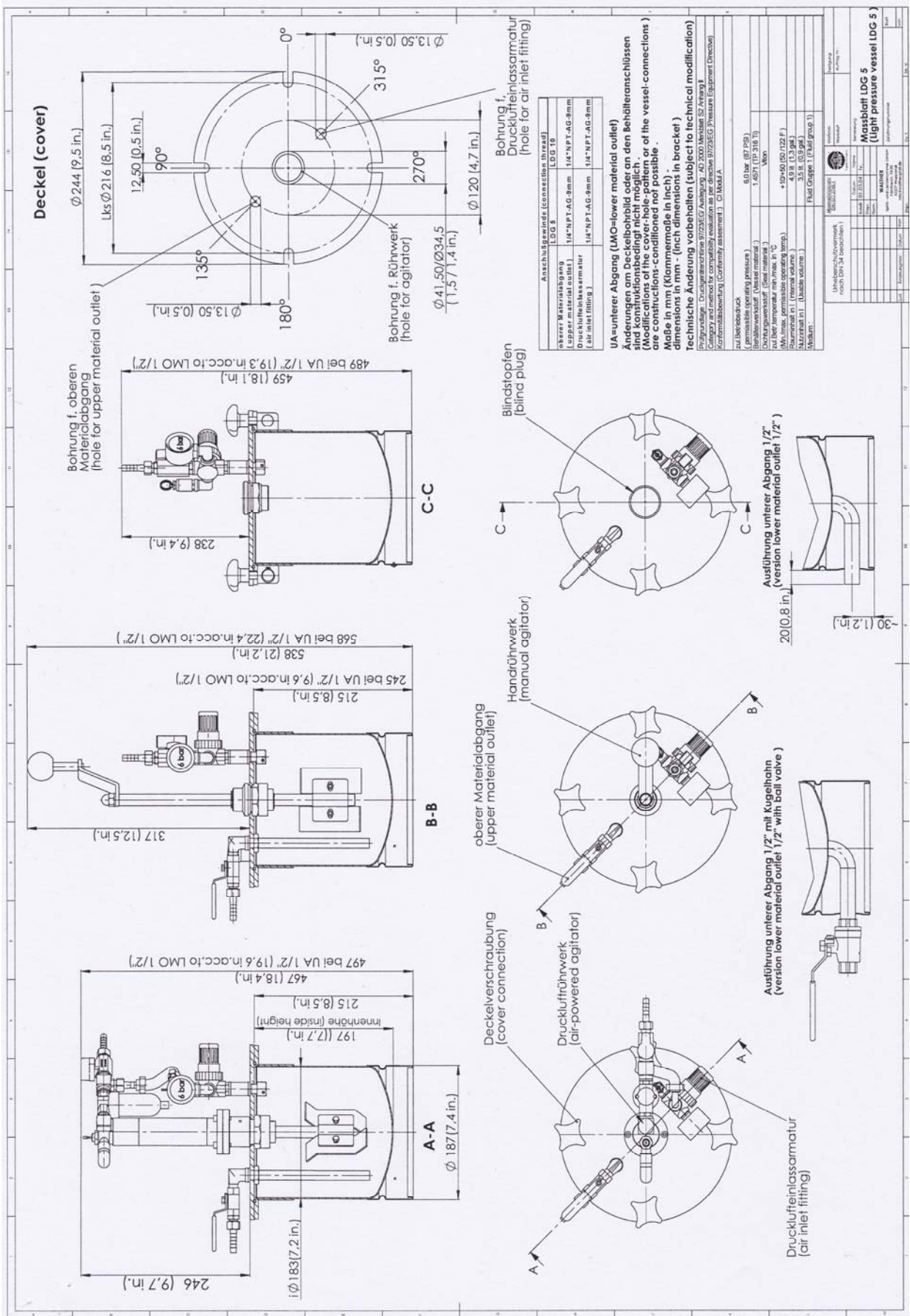


Figura 44 Serbatoio pressurizzato modello LDG 5

- Sistema di marcatura

I sistemi mono ugello da loro offerti non sono adatti per la marcatura di prodotti con temperature superficiali fino a 1000-1100°C, per questo la tecnologia che dovrà essere impiegata sarà multi ugello.

In particolare i blocchi di marcatura più adatti a lavorare nel campo di applicazione desiderato sono quelli della serie ES con 7 e 9 ugelli, ovviamente il sistema sarà in grado di lavorare con materiali che hanno temperature superficiali così elevate se il blocco di marcatura è protetto da opportune protezioni termiche e se l'impianto è fornito di un opportuno sistema di raffreddamento per la testata di marcatura.

Il blocco di marcatura serie ES con 7 ugelli permette una velocità di marcatura fino a 78 m/min, è progettato per essere utilizzato esclusivamente per la marcatura di caratteri alfanumerici che vengono costruiti attraverso una matrice di punti mediante la spruzzatura di vernice, la dimensione dei caratteri è variabili tra 40 e 200 mm.

Questo blocco di marcatura in combinazione con un computer di controllo adatto può essere utilizzato per marcare prodotti che sono in movimento attraverso un processo di marcatura continuo, la velocità di trasporto del prodotto e l'operazione di marcatura vengono sincronizzati automaticamente mediante un opportuno dispositivo di sincronizzazione.

Questo blocco è completamente automatico, provvisto della funzione di lavaggio e di ricircolo della vernice.

Il processo di marcatura viene controllato mediante sette speciali elettrovalvole a solenoide alimentate a 12 V CC che permettono di controllare la corsa dell'ago all'interno di ogni singola pistola, quando l'ago viene sollevato la vernice viene spruzzata sul prodotto grazie all'aria di atomizzazione che viene portata al blocco e distribuita ad ogni singola pistola.

Quando l'elettrovalvole non sono azionate, le molle (punto 11 e 12 nella figura sottostante) premono sul sistema di ancoraggio (punto 10 nella figura sottostante) a cui è fissato l'ago, riportando il tutto nella sua posizione iniziale e interrompendo così il flusso di materiale.

La quantità di materiale da erogare e la dimensione dei punti sono regolati dall'utente mediante le vite di regolazione (punto 32 nella figura sottostante), tuttavia si può intervenire anche regolando la pressione del materiale nel gruppo di alimentazione della vernice e regolando la pressione dell'aria di atomizzazione intervenendo sull'unità per il controllo pneumatico.

La dimensione dei caratteri da contrassegnare è impostata dall'operatore in base alla distanza e all'allineamento diagonale del blocco rispetto al pezzo e la loro dimensione può variare tra 40 mm e 200 mm.

Durante il processo di marcatura la pressione dell'aria di atomizzazione deve essere di circa 6 bar mentre la pressione della vernice è di massimo 3.5 bar.

Per quanto riguarda la funzione di lavaggio essa è controllata tramite due elettrovalvole a solenoide alimentate a 24 V CC che si trovano sul blocco di marcatura, durante il processo di lavaggio la pressione dell'aria di atomizzazione deve essere ridotta da 6 bar a 2.5 bar e l'aria esterna di lavaggio che entra nel blocco tramite il connettore segnato con il punto 17b nella figura deve avere una pressione di 2.5 bar.

Il liquido di lavaggio entra tramite il connettore segnato con il punto 30 con una pressione di circa 3 bar, durante il processo di lavaggio l'aria esterna di lavaggio e l'aria di nebulizzazione sono tenute costantemente attivate e alla stessa pressione, in questo modo il liquido detergente viene risciacquato attraverso cicli ogni 3-5 secondi.

Al termine dell'operazione di pulizia si utilizza l'aria esterna di lavaggio e l'aria di nebulizzazione per asciugare le zone del blocco appena pulite con il liquido detergente.

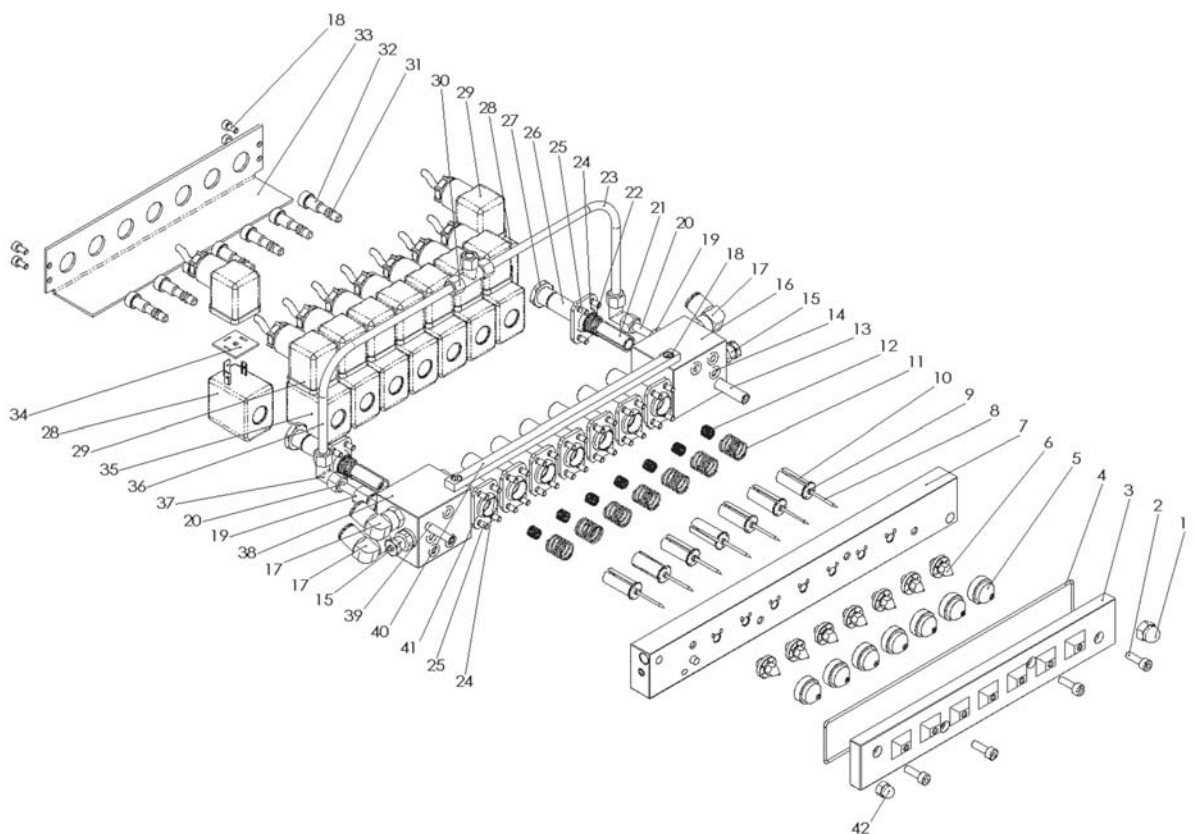


Figura 46 Blocco di marcatura serie ES a 7 ugelli esploso

I componenti che compongono il blocco di marcatura sono i seguenti:

1. Dado esagonale a cupola.
2. Vite esagonale a brugola per il fissaggio.

3. Striscia di serraggio che ospita gli ugelli dell'aria e della vernice.
4. Guarnizione da applicare sulla striscia di serraggio per assicurare la sigillatura.
5. Ugello dell'aria di atomizzazione \varnothing 2.5 mm.
6. Ugello della vernice.
7. Struttura di supporto opportunamente lavorata per consentire la circolazione al suo interno dei vari elementi di consumo.
8. Ago per controllare il flusso di vernice.
9. Dado per fissare l'ago al sistema di ancoraggio.
10. Sistema di ancoraggio.
11. Molla di pressione.
12. Sistema di ancoraggio della molla.
13. Perno filettato.
14. Guarnizione o-ring.
15. Connettore per la vernice.
16. Blocco di alimentazione sinistro.
17. 17a connettore per l'aria di atomizzazione presente in entrambi i lati, 17b connettore per l'aria esterna di lavaggio presente solo da un lato.
18. Vite esagonale a brugola per fissare la striscia di supporto per le elettrovalvole.
19. Raccordo per il fissaggio del tubo di alimentazione del detergente.
20. Tubo per il trasporto del liquido detergente.
21. Dispositivo appartenente alla elettrovalvola a solenoide utilizzata per il lavaggio.
22. Molla di pressione presente nell'armatura dell'elettrovalvola a solenoide utilizzata per il lavaggio.
23. Tubo sinistro per il trasporto del liquido detergente.
24. Guarnizione o-ring.
25. Sistema di fissaggio delle elettrovalvole a solenoide al blocco di marcatura.
26. Manicotto di collegamento al solenoide.
27. Dado a testa esagonale.
28. Armatura per l'elettrovalvola a solenoide utilizzata per il lavaggio.
29. Spina elettrica delle elettrovalvole a solenoide, sia per quelle utilizzate durante la marcatura sia per quelle utilizzate per il lavaggio.
30. Connettore a T per il liquido di lavaggio.
31. Guarnizione o-ring.
32. Vite di regolazione.
33. Piastra di supporto per le elettrovalvole a solenoide.

34. Sigillo tra la spina elettrica e l'armatura delle elettrovalvole a solenoide.
35. Armatura per l'elettrovalvola a solenoide utilizzata per la marcatura.
36. Tubo destro per il trasporto del liquido detergente.
37. Vite ad angolo per fissare il tubo principale per il trasporto del detergente.
38. Blocco di alimentazione destro.
39. Perno filettato.
40. Striscia di supporto per le elettrovalvole.
41. Manicotto per il collegamento all'elettrovalvola.
42. Dado esagonale a cupola.

Il sistema sopra citato ha un peso di 4.5 kg e una rumorosità misurata a circa 1 m dal blocco di 86 dBA, il costo del blocco di marcatura con 7 ugelli che è il dispositivo più indicato è di € 8200,00 scontato del 30% abbiamo un prezzo di € 5740,00.

Le caratteristiche e il principio di funzionamento sopra descritte valgono anche per il blocco di marcatura serie ES con 9 ugelli, il dispositivo ha un peso e una rumorosità leggermente superiore al blocco precedente, il costo è di € 13100,00 scontato del 30% abbiamo un prezzo di € 9170,00.

La validità dell'offerta è di 60 gg con consegna del prodotto intorno alle 3/4 settimane.

- Serbatoio per l'agente detergente

Il gruppo di alimentazione del liquido detergente è costituito da un serbatoio pressurizzato in acciaio inossidabile con capacità di 2 l ed un costo di € 800 già scontato del 30%, la validità dell'offerta è di 60 gg.



Componenti principali:

1. Sistema di ingresso e regolazione dell'aria compressa completo di manometro, valvola di sicurezza e sistema di regolazione a manopola.
2. Sistema di chiusura.
3. Tubo di presa del materiale con relativa valvola a sfera per controllare l'uscita dell'agente pulente.

Figura 47 Serbatoio per l'agente detergente

- Pompe a doppia membrana

Esistono diversi modelli di pompe ma il fornitore Zator mi ha fornito informazioni che riguardano il modello MBP 5212 e MBP 8034 in alluminio e acciaio inox.

Il principio di funzionamento delle pompe a membrana azionate ad aria compressa è tanto semplice quanto efficace: due membrane (A) solidali tra loro per mezzo del albero di giunzione (B) separano due capacità contigue in quattro camere.

Le interne assolvono la funzione di camere motrici (M) mentre le esterne di camere di pompaggio (P).

Un distributore pneumatico convoglia l'aria compressa alternativamente nell'una o nell'altra camera motrice provocando lo spostamento delle membrane ed il conseguente svuotamento di una camera pompante (per riduzione di volume) ed il contemporaneo riempimento dell'altra (per aumento di volume), una serie di valvole di ritegno (C) evita il riflusso del liquido ed determinando le fasi di aspirazione e mandata in ciascuna camera di pompaggio.

La pompa pneumatica ha il notevole vantaggio rispetto alle tradizionali sia centrifughe che volumetriche dell'estrema versatilità d'impiego, infatti una variazione delle caratteristiche fisiche del liquido ad esempio viscosità o delle esigenze di processo ad esempio variazioni della portata possono essere superate con la semplice regolazione della pressione dell'aria di alimentazione.

Nelle pompe pneumatiche l'assorbimento di potenza è strettamente correlato alla portata ed alla prevalenza della pompa, riducendo la portata automaticamente si riduce l'assorbimento di energia, infatti a portata zero l'assorbimento è zero.

La scelta del modello di pompa dipenderà da diversi fattori come ad esempio il costo che si vuole sostenere, dalla portata massima del fluido che è legata alle esigenze di marcatura, dall'ingombro della pompa e da ulteriori criteri.

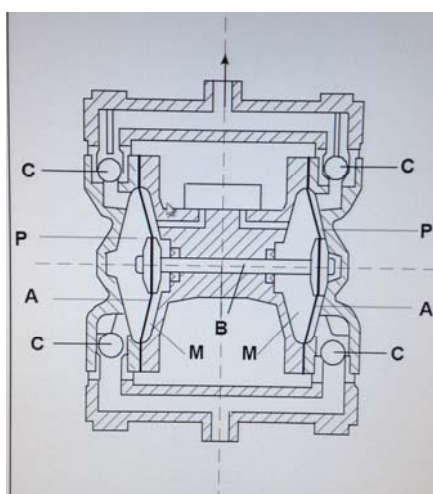


Figura 48 Rappresentazione tecnica della pompa a membrana

I modelli MBP 5212 e MBP 8034 in acciaio inox sono particolarmente indicati per quando si lavora con vernici a base d'acqua e sono molto resistenti alla corrosione, entrambi i modelli sia quelli in acciaio inox che in alluminio sono pompe di alta qualità che offrono differenti prestazioni come si può vedere dalla tabella sottostante.

Tali dispositivi possono essere impiegate in diverse applicazioni, ma in entrambi i modelli di pompe la sfera e la sede dell'anello sono in acciaio inox mentre la membrana è in PTFE.

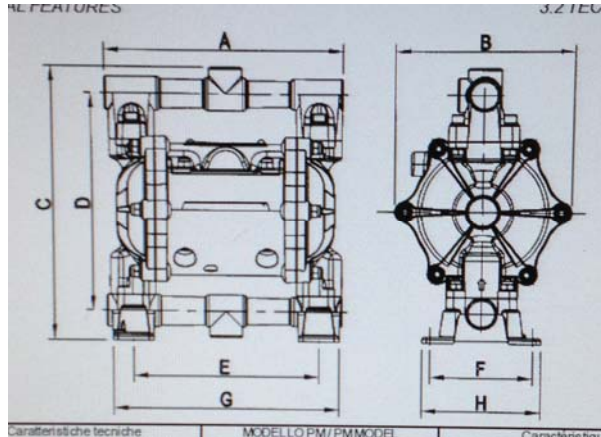


Figura 49

Caratteristiche tecniche	MBP 5212 in alluminio	MBP 5212 in acciaio inox	MBP 8034 in alluminio	MBP 8034 in acciaio inox
Pressione di alimentazione dell'aria (bar)	1-8	1-8	1-8	1-8
Pressione massima del fluido (bar)	8	8	8	8
Massima altezza di aspirazione (m)	4.9	4.9	4.9	4.9
Pressione sonora equivalente a 50 cicli/min con alimentazione dell'aria a 5 bar (dBA)	76	76	79	79
Dimensioni massime corpi solidi (mm)	2	2	3	3
Portata massima di fluido (l/min)	52	52	80	80
Pressione sonora equivalente a portata massima con alimentazione dell'aria a 8 bar (dBA)	85	85	91	91
Potenza sonora alla portata massima con alimentazione dell'aria a 8 bar (dBA)	99	99	102	102

Temperatura del fluido pompato (°C)	4-90	4-90	4-90	4-90
Attacco aria compressa (BSP)	1/4"	1/4"	1/4"	1/4"
Attacchi fluido (BSP)	1/2"	1/2"	3/4"	3/4"
Massa a secco (kg)	3.8	6.1	5.3	8.7
Quote (mm)				
A	200.5	210	220	224.5
B	147.5	147.5	174.5	174.5
C	231	232.5	277.5	275.5
D	184	184	220.5	219.5
E	155-161	157.5-163	168-174	168-174
F	86	86	95	95
G	192.5	188	205.5	201
H	100	100	110	110

Poiché Itipack punta su una marcatura molto rapida conviene avere una pompa per il ricircolo della vernice che permette di trasportare elevate portate di fluido così da evitare inutili sprechi e liberare velocemente il blocco di marcatura dalla vernice residua.

Inoltre sapendo che il sistema si troverà a lavorare in un ambiente ostile come le industrie siderurgiche il fornitore ha consigliato di utilizzare il modello MBP 8034 in acciaio inox del costo di € 2150 con disponibilità del prodotto intorno alle 3/4 settimane.

Per quanto riguarda i cavi utilizzati per il trasporto della vernice, dell'aria compressa e dell'agente pulente, Itipack si affiderà ad un fornitore con cui hanno già dei rapporti commerciali.

Per le elettrovalvole a solenoide si rivolgeranno al loro fornitore che li rifornisce già di altri dispositivi per l'automazione. Per quanto riguarda le vernici e l'agente pulente Itipack si dovrà rivolgere all'azienda tedesca Lauber Lacke che realizza vernici specifiche in base alle specifiche esigenze del cliente e che collabora con il fornitore Zator.

Per quanto riguarda l'unità per il controllo pneumatico utilizzata per controllare l'agitatore pneumatico e la pompa, per mantenere in pressione il gruppo di alimentazione della vernice e dell'agente pulente, per fornire al blocco di marcatura l'aria di atomizzazione e l'aria per la fase di lavaggio si dovranno rivolgere ad altri fornitori o modificare quei componenti già in loro possesso.

Per l'unità di controllo dell'impianto con relativo PLC e display per l'interfaccia uomo-macchina che permette di inserire il testo da marcare, di controllare le elettrovalvole a solenoide così da gestire la sequenza di marcatura, di gestire e programmare l'operazione di lavaggio e permette

anche di controllare l'unità per il controllo pneumatico l'azienda dovrà rivolgersi ai fornitori di questi componenti con cui collaborano già o cercare di sviluppare dei nuovi dispositivi modificando quelli che vengono impiegati sulle loro macchine automatiche, questo perché come detto in precedenza Itipack vorrebbe acquistare solo l'equipaggiamento che riguarda l'impianto pneumatico.

Il costo complessivo dei componenti offerti e che vanno a costituire una parte dell'impianto pneumatico del sistema di marcatura offerto dalla Zator è di € 10771,00 a cui si dovranno aggiungere poi il costo di tutti gli altri dispositivi che Itipack acquisterà per conto suo come definito precedentemente.

Questa alternativa è stata scartata perché come spiegato in precedenza non conviene acquistare singolarmente i vari componenti dell'impianto visto che partono da zero nello sviluppo della macchina.

Perciò è opportuno acquistare il sistema completo e equipaggiarlo sulla macchina scelta così da avere una base da cui partire per poter studiare e migliorare la propria macchina di marcatura.

Lo studio e lo sviluppo iniziale del sistema completo permetteranno in futuro di adattare alla loro macchina di marcatura quei componenti elettrici ed elettronici già utilizzati in altri sistemi automatici, in questo modo successivamente dovranno acquistare solo i componenti del circuito pneumatico e ottenere così un risparmio di tipo economico.

L'altro fornitore della Walther-Pilot che ho contattato è la Wagner Colora, quest'ultimo non fornisce i singoli componenti come nel caso precedente della Zator ma commercializza il sistema di marcatura completo con l'impianto pneumatico e con tutti i dispositivi elettronici.

Dopo un primo colloquio telefonico il rappresentante con cui ho parlato ha richiesto un incontro con la presenza dell'ingegnere che si occupa dell'area tecnica dell'Itipack.

Lo scopo dell'incontro è di raccogliere informazioni sulle caratteristiche di marcatura desiderate come ad esempio la dimensione dei caratteri, la tipologia dei caratteri che vogliono scrivere, la velocità di marcatura richiesta, ma anche per definire con precisione il campo di applicazione dell'impianto, la tipologia di macchina automatica sulla quale verrà montato il sistema, le prestazioni che l'Itipack si aspetta dall'impianto di marcatura e alla fine per definire con quali componenti verrà equipaggiato il sistema.

Una volta fornite le informazioni richieste la soluzione offerta dalla Wagner Colora non è mai arrivata in azienda anche dopo continue sollecitazioni, così assieme all'ingegnere abbiamo deciso di scartare questa soluzione perché non possono perdere troppo tempo visto che vogliono iniziare al più presto lo sviluppo e lo studio della loro macchina di marcatura.

4.CONCLUSIONI

Dall' esame delle soluzioni identificate si è potuto dedurre che il sistema di marcatura prodotto dalla Rea-Jet è quello che meglio si adatta alle specifiche esigenze di lavoro richieste, ma allo stesso tempo è un sistema flessibile che potrà essere impiegato in diverse situazioni.

Tale sistema soddisfa le aspettative dell'azienda Itipack e per questo c'è la possibilità a breve per Itipack di intraprendere con la Rea-Jet un rapporto commerciale che porterà all'acquisto dell'impianto di marcatura sopra citato, ed eventualmente ad una futura collaborazione allo scopo di migliorare la tecnologia esistente.

La proposta della Rea-Jet è la soluzione più conveniente dal punto di vista impiantistico perché forniscono il sistema di marcatura completo con tutti i dispositivi meccanici, elettrici ed elettronici.

Il fatto di avere tutti i componenti necessari da un'unica forniture previene i malfunzionamenti della macchina dovuti all'impiego di dispositivi di differenti marche e progettati da aziende diverse; inoltre evita che all'insorgere di problematiche tecniche due o più fornitori si contendano la responsabilità della soluzione.

L'impianto proposto permette di affrontare lo sviluppo della macchina di marcatura utilizzando una tecnologia consolidata ed aggiornata, e questo è certamente un bene per Itipack, che non avendo mai lavorato nel settore della marcatura industriale, parte completamente da zero.

Tale sistema di marcatura sarà la base da cui partire per poter studiare e migliorare la propria macchina di marcatura allo scopo di fornire ai futuri clienti una macchina dalle elevate prestazioni, che utilizza una tecnologia innovativa e che eventualmente possa essere sempre un passo avanti rispetto alle aziende concorrenti.

Ovviamente la tecnologia selezionata ha degli aspetti positivi e negativi, i punti di forza di questo sistema di marcatura sono i seguenti:

1. Permette di avere una buona velocità di marcatura fino a 50 m/min, questo si traduce in brevi cicli di lavoro.
2. Permette di ottenere una marcatura nitida, precisa, di qualità e in grado di aderire bene sulle superfici dei prodotti. Permette inoltre di creare caratteri di grandi dimensioni visibili anche da una certa distanza, infatti con il blocco SRP a 7 ugelli i caratteri hanno un'altezza variabile tra 25 e 130 mm mentre con il blocco a 10 ugelli tra 40 e 200 mm.
3. Il sistema è studiato per lavorare in ambienti ostili e può essere impiegato per contrassegnare prodotti siderurgici con temperature superficiali variabili fino a 1000°C,

in particolare è adatto per le bobine di acciaio e alluminio. Allo stesso tempo il sistema è flessibile e potrà essere impiegato per marcare anche altri prodotti metallici come lastre, billette e blumi.

4. L'impianto funziona in maniera automatica e questo migliora la sicurezza e le condizioni di lavoro delle persone che operano con queste macchine. Tuttavia il sistema può essere controllato anche manualmente da un operatore.
5. Il sistema di marcatura sopra citato ha un ingombro limitato, inoltre una volta equipaggiato sulla macchina automatica desiderata può essere facilmente installato in prossimità del nastro di trasporto dei prodotti da marcare.

Il punto debole di questo sistema è la marcatura di prodotti metallici con temperature superficiali vicine a 1000°C, questo perché si dovrà impiegare una speciale vernice a base d'acqua che però costringe ad eseguire più cicli di manutenzione e pulizia della macchina.

Per avere un dato credibile inerente i consumi di energia elettrica, di vernice, di agente pulente e di aria compressa bisogna attendere l'esecuzione dei collaudi, una volta che l'intera macchina di marcatura sarà stata sviluppata.

L'investimento iniziale dell'impianto di marcatura è importante, infatti ai € 45618.00 nel caso si utilizzi il blocco di marcatura con sette ugelli oppure ai € 47828.00 se si sceglie il blocco a 10 ugelli, si dovrà aggiungere poi il costo del robot industriale a 6 assi ABB ed il costo di tutti quei dispositivi indispensabili per il funzionamento dell'intero impianto.

Tra questi componenti essenziali per il corretto funzionamento del sistema troviamo i sensori e i componenti elettronici necessari per misurare le dimensioni della bobina, per individuare la posizione corretta di marcatura, per consentire al robot di capire quando è il momento di muoversi oppure di rimanere nella posizione di riposo, ulteriori componenti sono le recinzioni di sicurezza, il kit per la protezione termica e ulteriori dispositivi che verranno individuati man mano che si sviluppa la macchina.

Itipack spera di riuscire a vendere un buon numero di macchine di marcatura, 10-15 all'anno magari a completamento dell'offerta delle loro macchine reggiatrici utilizzate per legare i prodotti siderurgici.

L'obiettivo è di fornire al cliente un impianto completo che permetta di imballare i rotoli metallici e immediatamente marcarli con informazioni utili alla loro identificazione.

Bibliografia

- Alpine Metal Tech (<http://www.alpinemetaltech.com>), 18 ottobre 2013
- Alpine Metal Tech, Product identification, in «Company profile», pp. 8-10.
- Giorgio Mauri, in « Angebot 2014-0113 AG1 Basic price for SRP block 7-10», 2014, pp. 1-3.
- Giorgio Mauri, in «Layout + Components SRP-7 block system», 2013, pp. 1-8.
- Giorgio Mauri, in «Price proposal», 2013, pp. 1-11.
- GreenProject (<http://www.greenproject.it>), 17 ottobre 2013
- GreenProject, in « Proposal nr. 019/08 tema paint spray marking system for aluminium coils», 2008, pp. 1-11.
- GreenProject, in «Brochure robot tema multi-tema mono for coils top-side», pp. 1-2.
- GreenProject, in «Brochure tema multi for coils top-side», pp. 1-2.
- IMS (<http://www.ims-srl.com>), 21 ottobre 2013
- MAGNEMAG, in «Assembly instructions for marking guns», 2004, pp. 1-11.
- MAGNEMAG, in «Brochure combi-jet paint marking machine», pp. 1-2.
- MAGNEMAG, in «Brochure combined marking machine», pp. 1-2.
- MAGNEMAG, in «Brochure punch marking machine», pp. 1-2.
- MAGNEMAG, in «Brochure product identification for the metal industry», 2011, pp. 1-9.
- NIRECO (<http://www.nireco.com>), 21 ottobre 2013
- Numtec-Interstahl (<http://www.numtec-interstahl.com>), 18 ottobre 2013
- Numtec-Interstahl, in «Brochure dot paint marking machine», pp. 1-2.
- Numtec-Interstahl, in «Brochure matrix punch marker», pp. 1-2.
- Numtec-Interstahl, in «Brochure metal powder marker», pp. 1-2.
- Numtec-Interstahl, in «Brochure metal powder marking machine», pp. 1-2.
- Numtec-Interstahl, in «Brochure revolving head stamping machine», pp. 1-2.
- Numtec-Interstahl, in «Brochure revolving head bar code stamping machine», pp. 1-2.
- Numtec-Interstahl, in «Brochure single nozzle paint marker», pp. 1-2.
- Numtec-Interstahl, in «Brochure single nozzle paint marking machine», pp. 1-2.
- REA-JET (<http://www.rea-jet.com>), 23 ottobre 2013
- REA-JET, Quality in detail. The individual components, in «Making an impression, spray marking systems », 2011, pp. 1-5.

- REA-JET, Advance marking. Possible configurations, in « Making an impression, spray marking systems », 2011, pp. 6-11.
- REA-JET, Dots-Lines-Extra Large marking: spray mark systems, in «The world of coding and marking, product Overview», 2011, pp. 14-15.
- STEELemotion (<http://www.steelemotion.com>), 18 ottobre 2013
- STEELemotion, in «Product identification and tracking equipment», pp. 1-15.
- Tebulo (<http://www.tebulo.com>), 17 ottobre 2013
- Tebulo, in «Case study: metal fabrication», pp. 1-2.
- Tebulo, in «7x5 dot matrix coil marker», pp. 1-2.
- Tebulo, in «Single nozzle coil marker», pp. 1-2.
- Wagner Colora (<http://www.wagner-group.com>), 5 novembre 2013
- WALTHER PILOT (<http://www.walther-pilot.de/deutsch/index.html>), 22 ottobre 2013
- WALTHER PILOT, Automatic spray guns, in «Catalogue 154», 2007, pp. 9-15.
- WALTHER PILOT, Material pressure tanks, in «Catalogue 154», 2007, pp. 28-31.
- WALTHER PILOT, Automatic spray guns for marking, in «Catalogue components and complete systems», 2013, pp. 18-21.
- WALTHER PILOT, Material pressure tanks, in «Catalogue components and complete systems», 2013, pp. 38-43.
- WALTHER PILOT, Accessories for material pressure tanks, in «Catalogue components and complete systems», 2013, pp. 44-45.
- WALTHER PILOT, Diaphragm pumps, in «Catalogue components and complete systems», 2013, pp. 50-55.
- WALTHER PILOT, Paint spray systems, in «Dot marking systems», 2011, pp. 1-11.
- WALTHER PILOT, Marking blocks, in «Dot marking systems», 2011, pp. 12-15.
- WALTHER PILOT, Spray guns for paint marking, in «Dot marking systems», 2011, pp. 15-17.
- WALTHER PILOT, in «Marking block PILOT ES 7-9 operations instructions», 2011, pp. 18-31.
- WALTHER PILOT, Complete circulation systems, in «Material transfer systems», 2011, pp. 8-9.
- WALTHER PILOT, Material pressure tanks, in «Material transfer systems», 2011, pp. 21-22.
- WALTHER PILOT, Agitators, in «Material transfer systems», 2011, p. 24.
- WALTHER PILOT, Double diaphragm pumps, in «Material transfer systems», 2011, p. 25.

- Zator (<http://www.zator.it>), 4 novembre 2013
- Zator, in «Offerta nr.470-13», 2013, p. 1.
- Zator, in «Offerta nr.476-13», 2013, p. 1.