



RELAZIONE TECNICA FINALE

Progetto N.A.BIO. realizzato nell'ambito del PSR Toscana 2014/2020 Misura 16.2

Con la presente si intende evidenziare lo sforzo realizzativo necessario alla creazione di un sistema automatico per lo scambio aromatico tra legno in chips e vino, tale da estendere le possibilità attuali riducendo i costi ed i tempi dell'operazione ed ottimizzando le funzioni grazie all'uso dell'apparato denominato "INFUSORE BIODINAMICO".

Il progetto è stato realizzato impiegando a tempo pieno n. 2 dipendenti, p.i Ferrari Francesco e ing. Ferrata Virginia i quali, con il supporto dei soci aziendali e per le rispettive conoscenze hanno curato completamente tutte le fasi operative necessarie allo sviluppo del progetto. Verso la fine dello stesso (Giugno 2018) l'Ing. Ferrata ha rassegnato le dimissioni per andare a ricoprire altro incarico presso un'altra azienda, ed è stata sostituita da un nuovo assunto il P.i. Carloni Manuel il quale aveva già esperienza.

Le fasi operative sono state correttamente eseguite secondo la relazione Tecnico Finanziaria a corredo della domanda di aiuto, pertanto il criterio descrittivo dei lavori svolti segue la programmazione della stessa relazione.

Fase 1 - Studio di fattibilità.

Realizzata nel mese di Gennaio 2017 con una serie di riunioni interne nelle quali si sono dettate le linee guida delle specifiche di lavoro necessarie a livello enologico per l'infusione dei legni riferite allo stato attuale della tecnica, andando ad evidenziare quello che la macchina avrebbe dovuto automatizzare e le specifiche necessarie in linea di massima.

La fase ovviamente comprende una serie di richieste quali:

- Caricamento del prodotto, funzionale al formato di legno usato, Chips, Staves, ecc, che si differenziano per dimensioni dei singoli blocchi da pochi mm a cubetti di qualche cm, operazione che richiede elementi di carico e tempistiche diverse.
- Eliminazione dell'ossigeno contenuto fra gli elementi
- Lavoro in fase di fermentazione o su vino finito
- Eliminazione delle scorie di legno residue dal vino trattato per non aumentare le operazioni di filtraggio successive
- Controllo dell'ossigeno disciolto in peso (mg/litro/flusso)



DAINESE S.R.L.
INGEGNERIA - SOFTWARE-AUTOMAZIONE

FORNITURE, PROGETTAZIONE AUTOMAZIONI INDUSTRIALI

- Tipo di estrazione in linea o in Batch con eventuale riscaldamento del liquido trattato per aumentare l'effetto infusione
- Controllo della quantità di prodotto trattato ed ottimizzazione dei legni usati (aumento del vino trattato con la minore quantità di legno)
- Controllo delle ossidazioni dovute al movimento delle masse
- Automazione delle operazioni e creazione delle ricette di lavoro.



- Gestione della sicurezza in grado di evitare qualsiasi anomalia (perdite di prodotto, eccessivo riscaldamento ecc.)

Partendo da queste basi si è cercato di analizzare tutte le necessarie azioni, scomponendo ogni singolo punto in azioni meccaniche controllabili da elettronica e sensoristica integrata, in grado quindi di elaborare i dati raccolti e procedere all'attivazione di elementi elettromeccanici necessari alla gestione delle singole fasi operative.

La prima operazione effettuata è la stesura di una serie di specifiche tecniche al fine di creare un processo di lavoro sequenziale da applicare alla macchina di controllo a stati logici PLC, il quale deve comunicare con un PC (già progettato e realizzato da Dainese in precedenza) che ha il compito di visualizzare e memorizzare le ricette di lavoro e gli stati della macchina in modo da rendere intuitivo e facile l'uso della macchina ad un operatore (cantiniere) non esperto. Questo viene ottenuto tramite una grafica appositamente studiata ed applicata ad uno schermo touch screen in modo da raggiungere lo scopo.

Occorre inoltre semplificare al massimo le componenti del sistema sia per un discorso di affidabilità (quello che non c'è non si rompe!) che per l'abbattimento dei costi di produzione nonché di manutenzione con conseguente diminuzione degli ingombri e per una facile mobilità interna in cantina che è notoriamente sempre in deficit di spazio disponibile.

La realizzazione di queste specifiche primarie ha comportato necessariamente molto tempo di analisi preliminare per la discussione tecnica interna e la ricerca di componenti/fornitori in grado di rispondere alle specifiche esigenze, vagliando più soluzioni disponibili sul mercato e confrontando ciascuna di queste.

Nell'occasione sono state effettuate delle semplici ricerche di mercato al fine di comprendere l'attuale stato di presenza sul mercato di analoghe macchine. Questo ha evidenziato una assoluta assenza.

Fase 2 - Progettazione elettronica e meccanica.

Attività iniziata nel mese di Gennaio 2017 e terminata nel mese di Aprile 2017

Al fine di capire alcune disposizioni e provare delle funzionalità teoriche, si è prodotto un piccolo e semplice modello in scala di un serbatoio da 4 lt in acciaio inox, nel quale si sono studiate varie soluzioni, elemento questo distrutto da saldature e riporti successivi necessari di volta in volta.



DAINESE S.R.L.
INGEGNERIA - SOFTWARE - AUTOMAZIONE

FORNITURE, PROGETTAZIONE AUTOMAZIONI INDUSTRIALI

Definita la strada necessaria allo sviluppo del sistema si sono percorse due vie parallele, lo sviluppo meccanico che coinvolge la parte meccanica, elettromeccanica e pneumatica, quindi lo sviluppo elettronico che comprende la parte elettronica di controllo con PLC, Pc e software.

Per la parte meccanica, sono state effettuate le ricerche dei fornitori degli elementi necessari e di eventuali artigiani in grado di realizzare parti non presenti come standard di mercato. Per la parte elettronica, si è ricorso alla progettazione di un PLC specifico con ingressi ed uscite nonché processore con convertitore AD e capacità di memoria e di elaborazione tali da avere un costo minimo ed una compatibilità con i prodotti Dainese già esistenti, con eventuale possibilità di integrazione con sviluppi futuri. Nello sviluppo sono state tenute in considerazione tutte le necessità per limitare gli ingombri.

La ricerca dei componenti (sensori, elementi di comando, ecc.) da applicare al sistema ha avuto come priorità la facilità di reperimento (più fornitori possibili), il massimo tempo di permanenza sul mercato, il costo e l'affidabilità.

Tutto questo ha comportato un importante impiego di tempo, sia su internet per una valida attività di ricerca, che per incontri con fornitori per discussioni tecniche e dimostrazioni; alla fine è stata effettuata una valutazione degli elementi presentati. In alcuni casi è stato addirittura impossibile adottare certe soluzioni tecnologiche, in quanto gli elementi attualmente presenti sul mercato soddisfacevano solo in parte i requisiti. Si consideri ad esempio la misura dell'ossigeno disciolto: pur avendo individuato dei sensori altamente performanti (misura in parti per miliardo, ppb), questi non davano sufficienti garanzie meccaniche per l'applicazione richiesta a fronte di costi di alcune migliaia di euro. Pertanto si è preferito rimandare lo sviluppo in tal senso a un futuro in cui si potranno avere le garanzie richieste.

Man mano che le opportunità date dai fornitori relativamente a quanto necessario allo sviluppo mecatronico della macchina venivano sondate e valutate, si è passati allo studio di soluzioni migliorative o alternative ove possibile, fino ad arrivare ad una definizione di un progetto di massima presentato nei primi giorni di aprile 2017 al consulente enologico per una verifica delle possibilità offerte dal sistema, passando quindi alla fase operativa tre.



Fase 3 - Scomposizione degli elementi funzionali e test di laboratorio.

Attività iniziata nel mese di Aprile 2017 e terminata nel mese di Maggio 2017.

In questa fase il sistema è stato scomposto in macro blocchi funzionali, che consentono lo studio e il test di piccole funzionalità. Ad esempio, relativamente alla meccanica, sono stati creati degli elementi composti da attuatori elettrici in grado di comandare valvole pneumatiche e controlli di flusso gas e pressione per comprendere la linearizzazione delle risposte dei sensori in modo da avere un hardware e un firmware che potessero evitare oscillazioni pericolose tali da causare avviamenti elettromeccanici in loop.

In altri casi sono stati testati i sensori per comprendere come effettuare il loro accoppiamento all'elettronica in modo da consentire la migliore immunità ai disturbi e la verifica della corrispondenza tra le specifiche tecniche riportate su manuale con le effettive misurazioni, cosa che ha richiesto tempi maggiori di quanto previsto, compensati successivamente nelle fasi di sviluppo del software finale.

Queste attenzioni sono state applicate a tutti gli elementi individuati come potenzialmente critici e simulati ove possibile in piccola scala in modo da prevenire per quanto possibile future anomalie soprattutto progettuali che avrebbero aumentato i costi economici del progetto.

In alcuni casi, sono state necessarie anche delle lavorazioni in proprio per la creazione di supporti o adattatori per i sensori o per altri elementi del sistema; queste lavorazioni sono state effettuate sfruttando delle tecnologie già presenti in Dainese come la stampa 3D (tecnologia additiva) di precisione (sistema Stratasys Dimension Elite) o il gruppo di fresatura a 4 assi (tecnologia ad asportazione), grazie ai quali si sono effettuate delle progettazioni anche dei singoli componenti non reperibili sul mercato, in modo da ottenere soluzioni innovative non facilmente copiabili da eventuali futuri concorrenti.

Al termine di questa terza fase abbiamo avuto ulteriori confronti con i partner di fornitura al fine di verificare assieme le corrette applicazioni funzionali e di assemblaggio interpretate secondo le ns. esigenze. Naturalmente sono state necessarie in alcuni casi ulteriori modifiche nuovamente verificate con i fornitori. Si passa quindi alla fase quattro, cinque e sei relative alla realizzazione dei prototipi meccanici, elettronici e software della macchina.



Fase 4, 5, 6 - Realizzazione prototipale dei blocchi meccanici, elettronici e software

Attività iniziata nel mese di Gennaio 2017 e terminata nel mese di Aprile 2017

A questo punto si abbandonano gli schizzi progettuali e le varie idee e si comincia a definire l'infusore in tutte le sue parti, producendo quindi il disegno tecnico costruttivo. Resta comunque da definire il cablaggio degli elementi elettrici e pneumatici.

In breve la macchina si compone di due elementi operativi, un serbatoio su telaio mobile composto internamente da griglie di tenuta e tubazioni di ingresso uscita vino in cui vengono posti i legni nei vari formati e un elemento, carrello mobile, nel quale sono presenti tutte le componenti elettromeccaniche e pneumatiche necessarie al trattamento, compreso il quadro di controllo.

Questa decisione di suddividere in due elementi differenti il sistema infusore dà la possibilità di avere applicazioni su più fronti futuri ma attualmente non sviluppati.

La realizzazione del prototipo della macchina passa ovviamente da quella dei blocchi componenti la stessa. Sono stati dunque commissionati alcuni elementi a fornitori esterni (es. il serbatoio di trattamento e la struttura del carrello, alcune lavorazioni sulle condotte, lo sbroglio dei circuiti stampati, ecc.); per queste lavorazioni sono state poi necessarie ulteriori modifiche nei disegni meccanici o negli schemi elettrici.

I blocchi individuati, ad esempio per la parte meccanica, hanno richiesto l'assemblaggio dei singoli elementi funzionali quali l'assieme pneumatico (pilotini e valvole pneumatiche) e il corretto posizionamento degli stessi sulle condotte per la gestione delle funzioni "in linea" e "batch", la realizzazione dell'assieme pompa – riscaldatore elettrico per la verifica della corretta diffusione del flusso e velocità sugli elementi riscaldanti, la disposizione dei componenti del quadro di controllo, pensata in modo da non avere eccessivi problemi di riscaldamento. La realizzazione dei blocchi di lavorazione a controllo pneumatico è stata pensata in modo da ridurre al massimo gli ingombri; il posizionamento delle parti è tale da garantire interventi di sostituzione per riparazione o manutenzione ordinaria in modo semplice ed immediato, tutto questo integrando contemporaneamente la parte meccanica con quella elettronica di controllo. Per quanto riguarda la parte elettrica ed elettronica, si è dovuto ad esempio evitare problemi di disturbo indotto soprattutto verso i cavi di trasmissione dei dati, creando dei percorsi separati, testati tramite l'uso di blocchi assemblati tali da consentire la ricerca della migliore soluzione possibile. E' stata necessaria la realizzazione di tante piccole parti ciascuna delle quali indispensabile per la verifica del corretto interfacciamento delle componenti di I/O del sistema, in modo da garantire lo sviluppo e il testing di ogni soluzione circuitale prevista prima di procedere all'integrazione complessiva. Lo sviluppo elettronico, anche se non particolarmente complesso, ha consentito la realizzazione di un PLC a basso costo che evita l'uso di PLC di note marche internazionali, i quali sempre più vincolano l'utilizzatore a periferiche aggiuntive solitamente costose e sempre sopra o sotto dimensionate, aggiornamenti impossibili



per cui solo dopo qualche anno si deve passare a sistemi diversi; soprattutto consente alla Dainese di avere del personale generalizzato che permette l'interscambio fra un processo e l'altro, cosa impossibile se si usano marche di PLC diverse.

Inoltre, essendo realizzato secondo i ns. standard, ed essendo interconnesso al ns. Pc, consente l'upgrade e il debug del sistema da remoto, riducendo gli spostamenti di personale verso i luoghi di installazione futura della macchina con la conseguente diminuzione dei costi di mobilità.

Prerogativa particolare ha avuto lo sviluppo software, che ha richiesto due distinti elementi, il software su PLC e il microossigenatore (tecnicamente detto firmware) e il software su Pc.

Il primo è il gestionale che risiede su PLC e si occupa della raccolta dati dai sensori, della loro elaborazione e dell'attivazione dei comandi ai rispettivi attuatori (pilotini per valvole pneumatiche, motore, resistenza elettrica ecc.), secondo le ricette impostate dall'operatore su Pc, il quale è gestito da un software sviluppato in modo da presentare un'interfaccia grafica semplice, intuitiva e assistita sia dalla funzione touch screen (schermo sensibile al tocco) che da icone dinamiche in grado di esprimere l'attività da svolgere. Questo software svolge anche funzioni di storico di processo, gestione degli allarmi e funzioni "Industria 4.0" web oriented, per le quali il sistema attualmente è predisposto ma richiede ancora sviluppi in tal senso.

Sono state necessarie molte revisioni al fine di aggiungere migliorie, semplificazioni e maggiori funzionalità, ma il risultato finale è veramente importante in quanto all'operatore sono richieste pochissime competenze specifiche e nessuna dote particolare, tanto che sono state calcolate e infine verificate come necessarie 2 ore di formazione. La piattaforma è stata realizzata anche per essere multilingua e con assistenza diretta tramite un help on line se connessa alla rete ADSL (funzione legata a Industria 4.0 e non ancora totalmente implementata).

Per quanto riguarda il microossigenatore Dainese (cod. prodotto Oxiright), questo è attualmente coperto da ns. brevetto e consente il dosaggio dell'ossigeno in peso secondo il rapporto mg/lt/tempo con un errore massimo del 5% fs. L'applicazione sull'infusore ha richiesto il passaggio in mg/lt/flusso per cui si è dovuto sviluppare un firmware specifico e riprogettare il diffusore dell'ossigeno in acciaio sinterizzato su conduttura anziché su serbatoio. La difficoltà avuta è stata data dalla non perfetta linearità del sensore di flusso che ha richiesto un algoritmo complesso tale da evitare sovra o sotto dosaggi impulsivi che potevano creare sacche di ossigeno puro nel serbatoio finale di trattamento con il rischio di rovinare centinaia di ettolitri di vino rendendolo pressoché aceto.



Naturalmente, durante la realizzazione dei blocchi, si sono avuti problemi soprattutto per quanto riguarda la comunicazione dei dati fra Pc, PLC, Microsigenatore, Inverter, la quale avviene attraverso un bus di campo (Modbus Rtu 485) ad alta velocità. Si sono riscontrate diverse problematiche dovute all'inverter ed in particolare ai disturbi da esso indotti, pertanto sono state adottate delle tecniche di schermatura e ridondanza delle informazioni che hanno portato il livello di affidabilità della macchina ad una qualità eccezionale in cui ad ora dai test eseguiti non risulta praticamente alcuna perdita di informazioni con un risultato del 99% di dati trasmessi/ricevuti. Sistema che verrà introdotto in tutte le altre applicazioni esistenti e future di Dainese.

In questa fase di sviluppo sono state eseguite tutte le verifiche congiunte integrate tra gli elementi meccanici, elettronici e software del sistema.

Durante le fasi sopra descritte si è provveduto alla realizzazione ed all'aggiornamento della distinta base dei componenti per l'intero progetto composta anche dalle distinte dei sotto elementi come i componenti per il PLC. Operazione dettagliata in quanto comprende elementi di grandi dimensioni (serbatoio) fino al singolo componente del PLC (processore ecc.).

Fase 7 - Assemblaggio e collaudo in laboratorio.

Questa fase, che si svolge nel periodo compreso tra gennaio 2018 fino ai primi giorni di aprile 2018, è stata la parte fondamentale del lavoro svolto, in quanto si è assemblata l'intera macchina e si sono simulate tutte le fasi operative di cantina, naturalmente senza avere a disposizione gli elementi presenti in una azienda vinicola reale. Lo scopo era verificare non solo la rispondenza della macchina alle specifiche, ma la sua affidabilità nel tempo alle sollecitazioni create artificialmente dovute ad esempio a continue cadute e ripristino rete 380 Vac, simulazioni di blocco flusso con resistenza in funzione, variazioni di flusso con ossigenatore attivo e così via per circa 60 tipologie di test.

Naturalmente non tutto ha avuto esito positivo alla prima prova, quindi in alcuni casi sono stati necessari ulteriori test a banco e modifiche meccaniche come nel caso della candela erogatrice dell'ossigeno che a basse portate risentiva eccessivamente della contropressione causata dal flusso del vino che impediva la fuoriuscita del gas, mentre nella modifica successiva risentiva di un eccessivo effetto venturi che causava al contrario un ingestibile aumento del gas dosato. Questo è stato risolto con una semplice (ma di lungo parto) intuizione meccanica che ha consentito di spostare il punto di lavoro della pressione in modo che il gas dosato venisse fornito in maniera perfetta con l'aggiunta di una semplice valvola NR.

Non ci sono state solo prove dirette ai controlli di sistema ma anche prove di montaggio e smontaggio ripetute e prove di cambio elementi in fase di manutenzione al fine di verificare la possibilità di eseguire tali operazioni in semplicità ed in sicurezza.



Modifiche sostanziali non sono state necessarie nella parte meccanica, tranne che per l'elemento erogatore e una riduzione della lunghezza della parte carrellata di facile attuazione.

Fase 8 - Test funzionali in cantina.

Tale attività, iniziata dal mese di maggio 2018, si svolge presso la cantina partecipante alla misura in essere, e ha richiesto lo smontaggio e l'imballo della macchina, quindi il conseguente montaggio presso la cantina. Ovviamente è stato necessario configurare il sistema con accessori specifici per adattarla all'uso, quali tubazioni con attacchi DN50, manicotti di riduzione, ecc.

Una volta connessa alla vasca di vino da trattare si è verificato come fosse possibile l'operazione di caricamento di chips da parte di un operatore della stessa cantina, sono state valutate le perdite per eventuali sovra pressioni, elemento questo che ha richiesto il cambio di varie tipologie di guarnizioni montate sulle portelle con durezze diverse fino a trovare quella corretta. Operazione però che ha richiesto molto tempo perché andavano eseguite tutte le fasi di deossigenazione per non contaminare il vino, il caricamento e il successivo scaricamento. Circa 2 ore per volta.

Sono poi stati necessari degli adattamenti software, soprattutto suggeriti dall'operatore enologico, il quale, in alcune fasi di creazione ed applicazione delle ricette, non dimostrava linearità funzionale e riteneva complessa la gestione. Pertanto abbiamo apportato modifiche al software secondo quanto osservato. L'operatore successivamente ha dimostrato una maggiore intuitività e facilità operativa.

Sono stati raccolti altri dati relativi al funzionamento dei sensori e delle parti elettromeccaniche e pneumatiche che successivamente hanno dato modo di sviluppare delle ulteriori migliorie, soprattutto riguardanti la semplificazione dei movimenti e l'aumento della sicurezza per evitare la perdita di vino e la gestione delle velocità di movimentazione integrate al riscaldamento ed al dosaggio dell'ossigeno.

Per quanto relativamente alla misura in oggetto, si intendono raggiunte le ore previste dal progetto ma occorre continuare la sperimentazione fino a dopo la vendemmia del 2018 al fine di testare l'infusore anche sul mosto in fermentazione, nel qual caso in alcune tipologie di lavorazioni (es. batch) si può formare una eccessiva sovra pressione che potrebbe causare perdite di liquido, anche se in fase di simulazione di laboratorio una tale eventualità è stata concepita e gestita ma richiede comunque una verifica.

Fase 9 - Revisione in funzione dei dati raccolti.

A seguito dell'esperienza precedente, sono stati raccolti dati operativi che discussi presso la sede Dainese hanno consentito il miglioramento dei dettagli operativi, come ad esempio l'importante soluzione che consente al sistema di lavorare su serbatoi anche di 15



DAINESE S.R.L.
INGEGNERIA - SOFTWARE-AUTOMAZIONE

FORNITURE, PROGETTAZIONE AUTOMAZIONI INDUSTRIALI

mt (1,5 bar) in depressione (0,6 bar) anziché in pressione (2,6 bar), così da garantire una maggiore sicurezza della macchina e una migliore resa nella cessione degli aromi.

Altre piccole accortezze sono state fatte da un punto di vista meccanico, cambiando le valvole da sferiche al tipo a farfalla per una migliore pulizia del sistema, e adottando una nuova maschera di protezione del display del pc che consente una protezione dai raggi UVA solari e una migliore visibilità dello schermo in contro sole.

Si ritiene comunque che l'obiettivo di progetto previsto dalla misura 16.2 riguardante Dainese sia stato raggiunto in pieno accordo con quanto previsto, ma soprattutto la sperimentazione sul prototipo ha aperto la strada a nuove conoscenze per l'azienda tali da consentire notevoli sviluppi futuri associati al progetto, il quale ad ora ha dato enormi vantaggi operativi, ma soprattutto qualitativi nei prodotti testati, creando delle basi enologiche totalmente nuove e soprattutto un patrimonio culturale che può fare la differenza sul prodotto.

Adesso diventa necessario con test futuri sapere se nell'arco di almeno 1 o 2 anni le migliorie acquisite dal vino tramite l'infusore restano stabili o possono dare luogo a degradazione (intesa come diminuzione dei valori raggiunti) o ulteriore miglioramento in fase di invecchiamento in bottiglia.