

Piastre Radianti Immergibili per impianti di lavaggio industriali a ultrasuoni

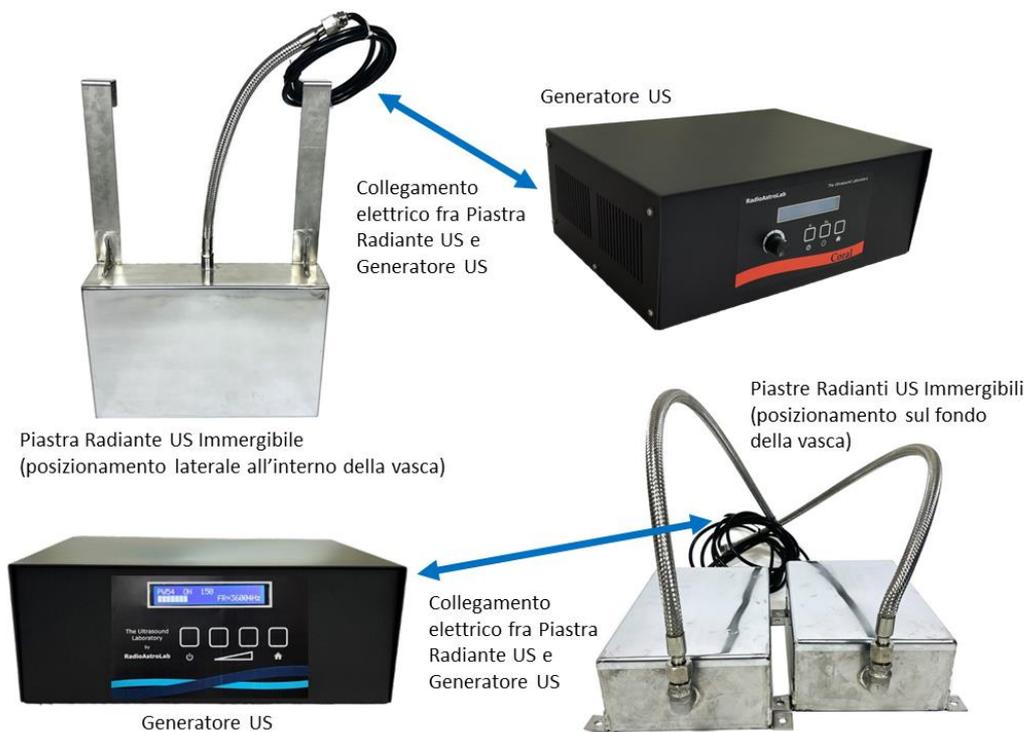
E' ben nota l'efficacia dei sistemi di pulizia e di lavaggio a ultrasuoni nella rimozione efficiente e non invasiva di contaminanti da superfici complesse, in punti difficilmente raggiungibili con i metodi tradizionali. Utilizzando onde sonore ad alta frequenza (generalmente tra 20 e 80 kHz) che si propagano all'interno di un liquido detergente (o semplicemente acqua), il sistema genera un fenomeno noto come cavitazione (formazione e collasso di micro-bolle), processo meccanicamente energetico che disgrega e rimuove le particelle di sporco, oli, grassi, residui metallici, ossidi e altre impurità.

Sofisticati generatori elettronici alimentano array di trasduttori piezoelettrici che, vibrando a frequenze ultrasonore, generano l'energia meccanica necessaria per attivare la cavitazione nel liquido. La potenza, la frequenza operativa e altri parametri che regolano il funzionamento del sistema dipendono dalle dimensioni delle vasche di lavaggio, dalle esigenze del trattamento e dalla natura delle superfici da pulire. Si tratta di una tecnologia consolidata, utilizzabile in una vasta gamma di applicazioni dove è importante rimuovere i residui di sporco più ostinati senza danneggiare le superfici trattate, minimizzando l'uso di solventi aggressivi e, in definitiva, ottimizzando l'efficienza operativa, il risparmio di tempo e il consumo energetico. Gli impianti di lavaggio a ultrasuoni, soprattutto nel settore industriale, sono di due tipi:

1. **Vasca a ultrasuoni classica**, realizzata come unità monoblocco comprendente i trasduttori piezoelettrici (componenti che irradiano l'energia ultrasonora all'interno del liquido detergente, di solito incollati sul fondo della vasca o lateralmente) e il generatore a ultrasuoni (US) che alimenta i trasduttori. Questi ultimi sono fissi e il sistema è progettato in modo da fornire una soluzione "chiavi in mano" relativamente economica, indicata per impianti di piccole e medie dimensioni. Il nostro modello T-25 è un eccellente esempio di macchina adatta ad una vasta gamma di applicazioni di pulizia a ultrasuoni per laboratori e per la piccola industria.



2. **Impianto con piastre radianti immergibili e generatori US indipendenti**, dove le piastre radianti sono moduli separati, contenenti diversi trasduttori piezoelettrici elettricamente collegati in parallelo, racchiusi ermeticamente all'interno di uno scatolato in acciaio inox AISI 316 di forma rettangolare. Ogni piastra si collega a un generatore a ultrasuoni esterno ed è immersa all'interno di vasche già disponibili. Equipaggiata con adeguati supporti meccanici (quasi sempre realizzati su specifica), una piastra radiante può essere posizionata sul fondo, sulle pareti laterali, oppure sospesa all'interno della vasca. La seguente immagine mostra la soluzione modulare da noi proposta.



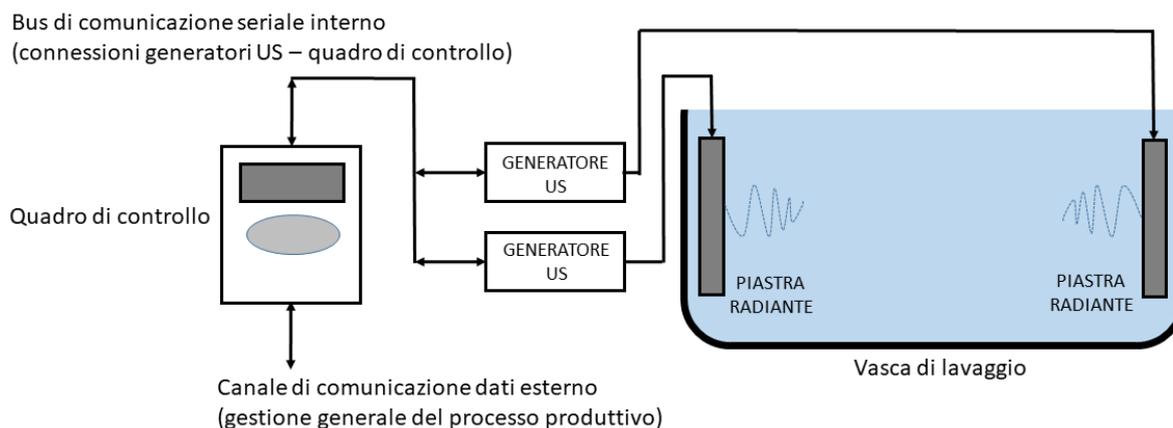
Un impianto di lavaggio a ultrasuoni realizzato con una vasca classica (generalmente di piccole e medie dimensioni) è progettato per una data configurazione e uno specifico utilizzo. Sono sistemi pratici, pronti all'uso, facilmente spostabili e relativamente economici (dato che integrano tutti i componenti necessari), ma sono meno flessibili degli impianti realizzati con piastre radianti: essendo i trasduttori piezoelettrici incollati sul fondo o sulle pareti della vasca, se questi si guastano la riparazione può essere difficile (se non impossibile) e costosa. Al contrario, i sistemi di lavaggio che utilizzano piastre radianti sono flessibili e scalabili, soprattutto quando utilizzati negli impianti industriali di medie e grandi dimensioni: i moduli radianti immergibili si possono installare su vasche esistenti di diversi materiali e dimensioni, sono facili da sostituire o riparare (essendo unità indipendenti), sono ideali per progetti di *retrofitting* quando si tratta di aggiornare o ampliare impianti esistenti.

In una vasca di lavaggio US classica con una geometria ben definita, la distribuzione dell'energia ultrasonora che si propaga all'interno del liquido detergente è standardizzata (dipende dal numero e dalla disposizione dei trasduttori piezoelettrici) e, in base al tipo e alla quantità di materiale da pulire (carico), possono verificarsi zone "d'ombra" di radiazione dove l'efficacia del trattamento è minore. Un impianto con piastre radianti, invece, consente una distribuzione ottimizzata dell'irradiazione ultrasonora grazie alla flessibilità e alla semplicità del posizionamento, scelto in funzione della tipologia e della quantità dei particolari da trattare. Inoltre, si possono utilizzare diverse piastre radianti (sistema ampliabile anche in un secondo momento) per implementare un impianto componibile in modo da incrementare la potenza, ottimizzare la copertura spaziale e l'uniformità del trattamento.

Riassumendo, la tradizionale vasca di lavaggio a ultrasuoni monoblocco è ideale per l'utilizzo nei laboratori o in piccole produzioni industriali, dove un impianto con piastre radianti immergibili può essere troppo costoso o sovradimensionato. Questa soluzione, dal minor costo iniziale e meno flessibile, è avvantaggiata da una semplice e immediata installazione (plug & play). Nella produzione industriale, dove è necessario realizzare potenti impianti modulari caratterizzati da elevata flessibilità e personalizzazione, oppure dove è richiesto un retrofit di vasche esistenti (non necessariamente realizzate con materiale metallico), è praticamente obbligatorio orientarsi verso un sistema di lavaggio composto da diverse unità modulari, ciascuna composta da una piastra radiante con relativo generatore US. Il numero di moduli da utilizzare sarà imposto dalla capacità della vasca. Questi sistemi, ad un costo iniziale maggiore, semplificano notevolmente l'integrazione con linee produttive esistenti e consentono una facile manutenzione.

Approfondimenti sui sistemi di lavaggio US con piastre radianti immergibili

Il più semplice impianto di lavaggio a ultrasuoni con piastre radianti immergibili è composto essenzialmente da due moduli distinti: la piastra radiante di forma rettangolare (che include un array di trasduttori piezoelettrici) e un generatore a ultrasuoni esterno che alimenta la piastra radiante. Si possono facilmente implementare impianti di lavaggio complessi che comprendono diverse piastre, ciascuna alimentata dal proprio generatore US, a tutto vantaggio della flessibilità, scalabilità e affidabilità del processo. La seguente figura mostra un esempio di sistema modulare. In questo modo è semplice convertire impianti tradizionali di lavaggio esistenti (o parti di questi) in una efficiente macchina di pulizia a ultrasuoni.



Come si è detto, una piastra radiante immergibile US (realizzata in acciaio INOX AISI 316), collegata al proprio generatore US esterno, può essere comodamente inserita e posizionata all'interno della vasca in una varietà di modi per ottimizzare specifiche esigenze del trattamento. Le piastre possono essere sistemate sul fondo, sulle pareti della vasca o immerse sul lato superiore in modo che irradiano verso il basso: è sempre garantita la massima flessibilità ed efficacia operativa, con potenze disponibili da qualche centinaio a qualche migliaio di watt. I supporti meccanici per il fissaggio saranno realizzati in base al posizionamento previsto, secondo le esigenze del cliente.

A titolo di esempio, proponiamo un tipico impianto modulare utilizzabile per vasche di lavaggio US industriali con capacità da circa 500 litri fino a 2500 litri. Ogni modulo base comprende:

- N. 1 Generatore US digitale da 2500 W (alimentazione monofase 230 Vac – 50/60 Hz);
- N. 1 Piastra radiante immergibile da 2500 W (dimensioni indicative: 740 x 520 x 100 mm, AISI 316).

Come si vedrà, la frequenza operativa della piastra radiante e del generatore US sarà definita in base all'applicazione.

Ogni modulo generatore US è elettricamente collegato alla tensione di alimentazione di rete e alla corrispondente piastra radiante. Quando si utilizzano diversi generatori US in un impianto alimentato dalla rete trifase è necessario bilanciare i carichi nel rispetto dei normali criteri impiantistici. Tutti i moduli generatori US appartenenti a un impianto (singola vasca di lavaggio) saranno collegati a un quadro di controllo che gestisce il funzionamento generale del sistema. L'impianto definitivo utilizzerà un numero di moduli proporzionale alla potenza radiante complessiva richiesta, a sua volta proporzionale alla capacità della vasca. Ogni isola di trattamento a ultrasuoni sarà gestita da una centralina di controllo comprendente una scheda elettronica di processo equipaggiata con display, pannello-operatore e una serie di interfacce di comunicazione (porta seriale tipo RS485, Ethernet, WiFi, etc...) secondo necessità.

Proporre un sistema di controllo modulare per vasche di grandi dimensioni (500–2500 litri) è conveniente e strategico. Si guadagna notevolmente in flessibilità adattando la potenza ultrasonora alla dimensione del carico e/o al tipo di materiale da trattare, si possono implementare configurazioni multiple in base al tipo di prodotto e allo sporco da rimuovere (con attivazione parziale o totale dei moduli, ad esempio), la manutenzione è facilitata (se un modulo si guasta, è facile isolarlo e sostituirlo senza compromettere il funzionamento dell'intero sistema), si semplifica l'installazione, lo spostamento o la sostituzione delle piastre radianti immergibili ottenendo una notevole scalabilità del sistema (configurazione di base iniziale, facilmente ampliabile all'aumentare delle esigenze produttive). Inoltre, dato che ogni modulo è controllabile digitalmente (comunicazione seriale per la gestione remota dei parametri operativi), si ottengono flessibilità, efficienza, risparmio energetico e personalizzazione delle funzioni.

Un corretto posizionamento delle piastre radianti immergibili garantisce una distribuzione omogenea della potenza ultrasonora all'interno della vasca, ottimizzabile in base alle dimensioni dell'impianto e al carico del prodotto. Come si è detto, a seconda delle esigenze, le piastre possono essere posizionate sul fondo e/o sulle pareti della vasca: in base a queste scelte e alle caratteristiche dell'impianto saranno definiti i particolari meccanici per i supporti, le staffe e gli accessori per il collegamento elettrico ai rispettivi generatori.

In ogni sistema modulare a ultrasuoni è importante sincronizzare e coordinare le funzioni dei singoli componenti attraverso un quadro di controllo che gestisce il funzionamento, lo stato e la diagnostica dei generatori appartenenti alla stessa isola del processo. Questa centralina sarà equipaggiata con due canali di comunicazione dati: il primo è un bus interno che connette tutti i generatori appartenenti alla stessa vasca di lavaggio, il secondo è un canale di comunicazione che consente il collegamento con un dispositivo host esterno (come, ad esempio, un PLC o un PC industriale) che gestisce l'intera linea di produzione.

Quanto appena illustrato descrive un esempio di schema standard da noi proposto, valido per la maggior parte delle applicazioni di lavaggio industriale a ultrasuoni. Ovviamente, esistono numerose possibilità di personalizzazione per adattarsi alle esigenze tecniche, di processo ed economiche dei nostri clienti. Il nostro ufficio tecnico è a disposizione per discutere qualsiasi richiesta.

Le frequenze migliori da utilizzare per il lavaggio industriale a ultrasuoni variano da 19-25 kHz per il trattamento di oggetti meccanici resistenti molto sporchi (le basse frequenze generano un intenso effetto di cavitazione, perfetto per una pulizia aggressiva), fino a 35-45 kHz per oggetti più delicati (ottica, oreficeria, strumentario chirurgico, etc...) che richiedono una pulizia accurata, ma con effetto cavitazione più delicato. Ovviamente non esiste un confine netto e definitivo fra questi valori: è sempre consigliabile, caso per caso, sperimentare per ottimizzare i parametri del sistema. **Indubbiamente, la possibilità di regolare la potenza all'uscita dei nostri generatori in modo continuo e accurato (dal 20% al 100% del valore massimo), abbinata alla programmazione della frequenza operativa, offre il miglior compromesso in termini di versatilità e sicurezza nel trattamento per la maggior parte dei materiali.**

E' sempre possibile implementare un sistema modulare di lavaggio dove una parte dei generatori US lavora a bassa frequenza per eseguire un trattamento iniziale "robusto", mirato alla rimozione dello sporco più resistente, una parte lavora a frequenze più elevate durante la fase finale del processo, più delicata. E' anche possibile programmare il sistema in modo da lavorare contemporaneamente, secondo prefissati cicli, a due differenti frequenze, eventualmente con differenti livelli di potenza. Quando si utilizza un impianto modulare realizzato con generatori indipendenti programmabili, numerose sono le possibilità di personalizzazione dei trattamenti gestibili dal quadro di controllo, sequenziando le varie operazioni con livelli di potenze e tempi di ciclo ampiamente programmabili, in grado di soddisfare qualsiasi esigenza. Sono implementabili numerose funzionalità stabilite dalle esigenze del processo produttivo, della complessità di gestione e, in definitiva, dal costo. Il grande vantaggio di un sistema modulare è quello di poter sviluppare e implementare le varie funzioni con gradualità, al progredire della sperimentazione e delle esigenze di mercato.