

# "Dentro" la bobina iniettore VDO



## La struttura interna dell'attuatore piezo VDO

Gli addetti ai lavori, in particolare gli specialisti del diesel, si riferiscono comunemente a questo componente definendolo "bobina" VDO. In realtà il termine "bobina" identifica un avvolgimento di filo di rame smaltato disposto attorno a un nucleo — ferromagnetico (ferro dolce, acciaio, ferrite) oppure composito — con la funzione di generare un campo magnetico quando attraversato da corrente. In questo contesto, quindi, "bobina" è un uso colloquiale, non una definizione tecnica corretta.

Il componente in esame di fatto è uno stack piezo: una pila di sottili lamelle di ceramica piezoelettrica sovrapposte. Per semplicità poi le chiamerò *mattonelle*, considerandole come l'unità elementare dello stack. Ogni mattonella contribuisce alla deformazione complessiva del pacco piezo quando viene applicata una tensione, generando la corsa meccanica necessaria al comando dell'iniettore.

Procediamo quindi a osservare come si presenta al suo interno, una bobina VDO sezionata. Con il fondamentale supporto di Antonio D., il componente è stato aperto e, più o meno accuratamente, distrutto per consentirne l'ispezione interna. Le immagini che seguono documentano la struttura reale dello stack piezo e dei suoi elementi costruttivi.

23/08/2026



Le due parti "forzatamente" scomposte

È ben visibile il cilindro contenitore metallico, lungo 39mm, progettato per espandersi e ritirarsi a ogni impulso elettrico.

Al suo interno è alloggiata la pila di strati ceramici piezoelettrici che costituisce lo stack. Il cilindro è attraversato da due conduttori metallici collegati ai terminali elettrici del connettore.

Da questi conduttori si diramano sottilissimi fili che raggiungono lateralmente ciascuna mattonella piezo, assicurando la distribuzione della tensione a ogni singolo strato della pila.



Vista delle due parti della struttura

Un'ulteriore vista mostra i componenti, separati forzatamente strappando la fusione plastica che li ingloba.

La rimozione dell'incapsulamento consente di osservare in modo diretto la struttura degli elementi interni.



La parte terminale del cilindro è saldata alla lamiera visibile sul fondo dell'attuatore che ora si vede deformata

Il punto indicato dalla freccia corrisponde alla zona in cui avviene la saldatura sulla lamiera di base dell'attuatore.

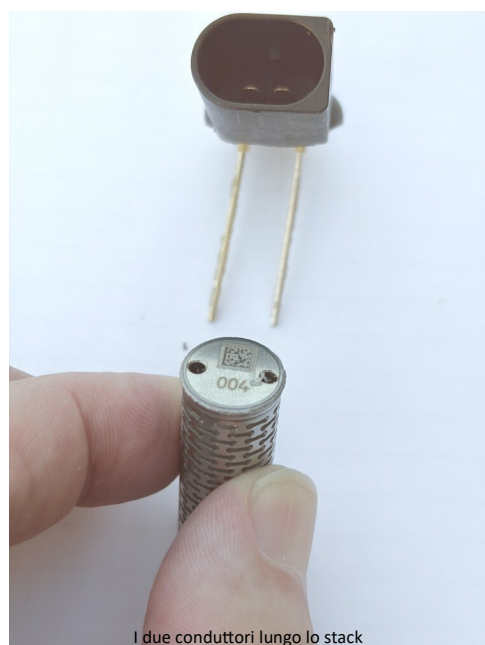
È l'interfaccia meccanica attraverso cui lo stack piezo trasferisce la propria micro-corsa al corpo dell'iniettore, garantendo la continuità strutturale tra il pacco piezo e l'elemento di comando.



I due conduttori attraversano lo stack e conducono la corrente ad ogni singolo elemento della pila

L'estrazione della struttura superiore che ospita i conduttori comuni comporta inevitabilmente la rottura dei sottilissimi fili che collegano lateralmente le singole mattonelle piezo.

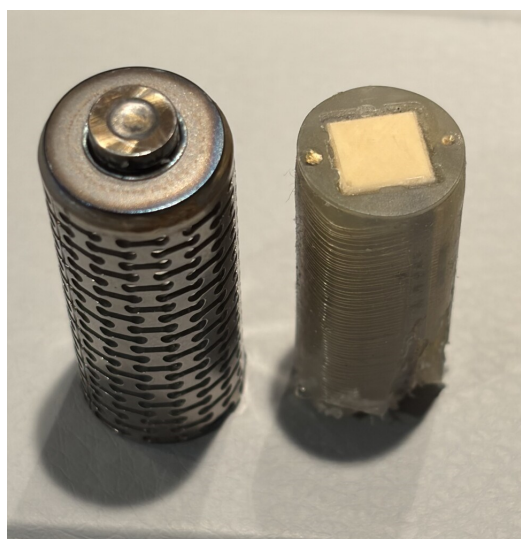
Durante la separazione, questi micro-conduttori — estremamente sottili — vengono strappati, interrompendo i collegamenti elettrici che alimentano ciascun elemento dello stack.



I due conduttori lungo lo stack

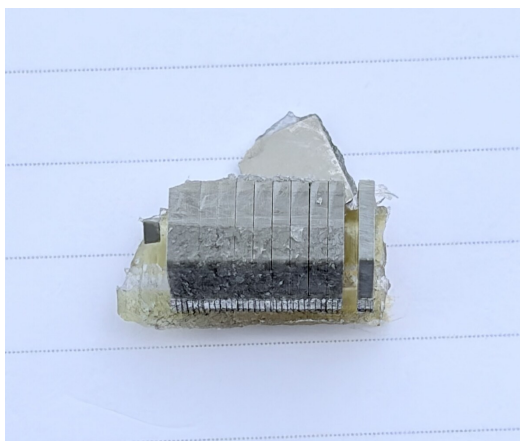
A questo punto, per raggiungere fisicamente lo stack piezo diventa necessario "sezionare" la parte superiore del cilindro metallico che lo contiene, così da poterlo estrarre.

Si tratta di un'operazione che richiede una certa "energia": la struttura è robusta e progettata per resistere alle sollecitazioni del funzionamento, quindi la sua apertura comporta inevitabilmente un lavoro di taglio su un metallo ad alta resistenza.



La pila di strati ceramici avvolti in un contenitore isolante di silicone

Il contenitore metallico e il suo contenuto — lo stack piezo — con i sottili fili elettrici di connessione che raggiungono lateralmente le singole mattonelle piezoelettriche visibili sul fianco.

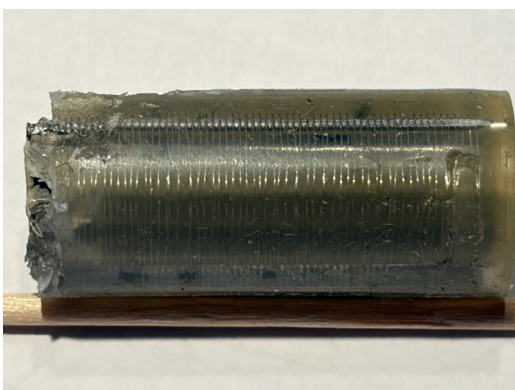


Una porzione/ frammento dello stack piezo

Ci stiamo avvicinando alla mattonella, l'elemento di base della pila piezo. La maggior parte delle mattonelle presenta uno spessore di circa 1.2 mm, mentre quella posta in appoggio al perno di spinta raggiunge lo spessore di 5 mm. Questa maggiore dimensione è presumibilmente necessaria per garantire la robustezza meccanica richiesta: deve infatti sopportare la forza generata dall'estensione dello stack senza fratturarsi e trasferire la micro-corsa alla valvola interna dell'iniettore.

La mattonella è di forma quadrata, con dimensioni di circa 6.8 mm per lato e uno spessore di circa 1.2 mm. Come descritto in precedenza, queste mattonelle sono sovrapposte a formare la pila piezo, e nella foto seguente è possibile vederle chiaramente "impilate", una sopra l'altra.

Si distinguono chiaramente le singole mattonelle sovrapposte, avvolte dal rivestimento in silicone.



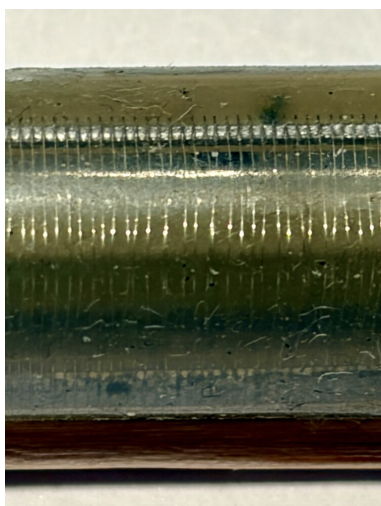
I fili elettrici partono dal conduttore comune ed arrivano alla mattonella

Sul fianco di ciascuna mattonella è visibile il riporto metallico sul quale vengono saldati i sottilissimi fili provenienti dai conduttori comuni.

Ogni mattonella riceve mediamente due fili elettrici su un fianco e altri due sul fianco opposto. Complessivamente, distribuiti lungo l'intero stack, si contano approssimativamente 65 fili per ogni conduttore comune.

Le singole mattonelle sono in contatto meccanico diretto tra loro, ma risultano elettricamente isolate grazie alla natura ceramica del materiale; la funzione elettrica è affidata esclusivamente ai riporti metallici laterali e ai micro-fili di collegamento.

In questa vista lo stack piezo mostra chiaramente i fili elettrici che collegano il conduttore comune alle singole mattonelle piezoelettriche, saldati lateralmente sui riporti metallici.



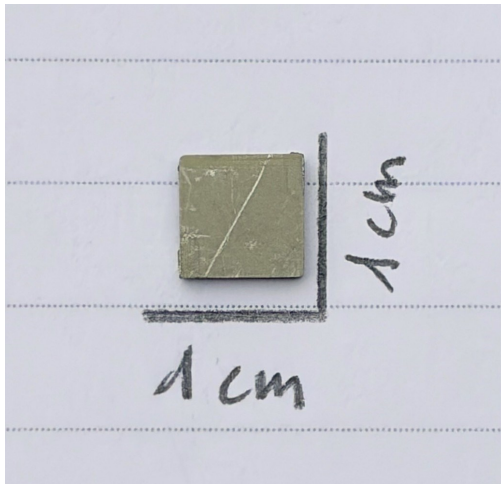
Un dettaglio dei sottilissimi fili che si collegano alle mattonelle ceramiche

La trama dei micro-fili consente una distribuzione uniforme della tensione lungo l'intera pila, garantendo l'attivazione simultanea di tutti gli strati.

La misura della sezione di un filo elettrico di collegamento, effettuata con il calibro digitale, ha restituito un valore di circa 0,05 mm, evidenziando quanto questi conduttori siano estremamente sottili. A titolo di confronto, una misura eseguita con lo stesso strumento su un capello umano ha fornito un valore di circa 0,07 mm.

Pur non essendo il calibro digitale lo strumento ideale per oggetti così flessibili, il dato è sufficiente a fornire un chiaro ordine di grandezza e a mostrare come i micro-fili dello stack siano persino più sottili di un capello.

Un dettaglio evidenzia i micro-fili che collegano elettricamente le singole mattonelle ceramiche, mostrando le connessioni laterali e il loro ruolo nella distribuzione della tensione lungo lo stack. Il tutto affogato in un bagno isolante di silicone.

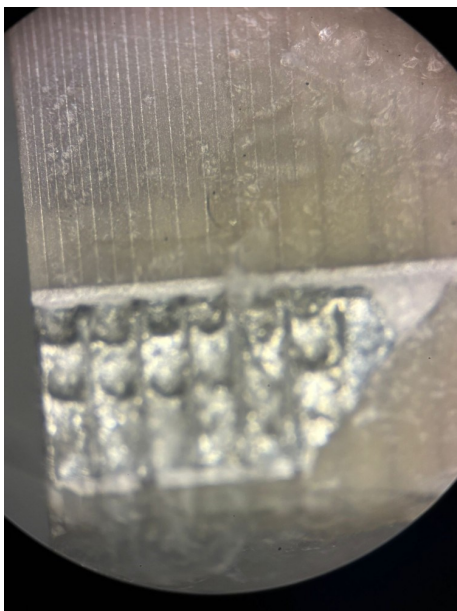


La mattonella ceramica, 6.8 mm per lato con spessore 1.2 mm

La *mattonella* rappresenta l'elemento di base della pila piezo.

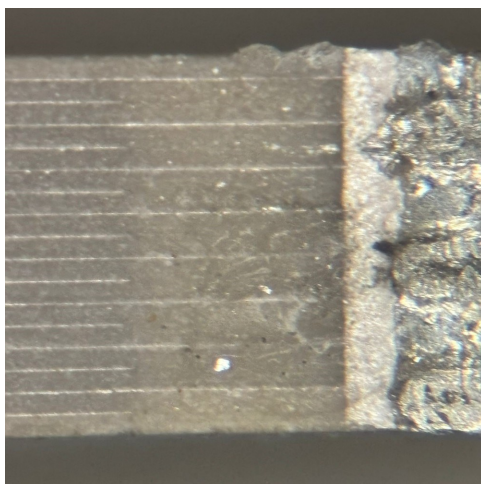
Non tutte presentano lo stesso spessore di circa 1.2 mm: alcune sono leggermente più spesse, in particolare quelle poste alle estremità dello stack, che devono garantire la necessaria robustezza meccanica all'azione di spinta.

La pila formata dalle sole mattonelle ha un'altezza complessiva di circa 30 mm.



Una porzione dello stack che evidenzia le diverse altezze delle mattonelle nella pila

La vista di profilo al microscopio conferma la non uniformità dello spessore delle mattonelle nello stack, mettendo in evidenza le differenti altezze dei singoli elementi ceramici.

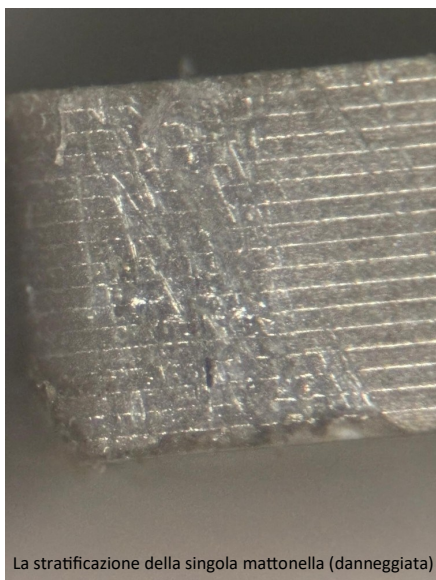


La vista di profilo al microscopio della singola mattonella, osservata sul suo fianco

Osservando una **singola** mattonella al microscopio emerge un ulteriore livello di complessità: ciò che a occhio nudo appare come un singolo elemento è in realtà composto da una ulteriore serie di strati ceramici sovrapposti.

Il microscopio diventa indispensabile per riconoscere questa struttura laminata.

Sul lato destro dell'immagine è visibile il riporto metallico sul quale vengono saldati i fili elettrici di alimentazione.



La stratificazione della singola mattonella (danneggiata)

La vista di profilo dello strato da circa 1.2mm di una **singola** mattonella rivela una struttura composta da otto sezioni sovrapposte, ciascuna ulteriormente suddivisa al proprio interno.

Un semplice calcolo mostra che ogni strato base ha uno spessore di circa 0.15 mm.

## Considerazioni finali:

La *mattonella*, elemento di base dello stack piezo, può danneggiarsi o fratturarsi nel tempo a causa delle sollecitazioni elettriche e meccaniche a cui è costantemente sottoposta. Una mattonella spezzata o deteriorata riduce la capacità di deformazione dello stack, compromettendo la corsa utile e impedendo di raggiungere l'escursione prevista. Quando il danneggiamento coinvolge più strati, l'efficienza complessiva dell'attuatore piezoelettrico diminuisce in modo significativo.

A questo fenomeno si aggiungono ulteriori fattori di degrado, tra cui:

- affaticamento dei materiali
- indebolimento delle saldature dei micro-fili
- invecchiamento della ceramica
- infiltrazioni o contaminazioni
- degrado del rivestimento in silicone
- stress termici con possibili delaminazioni interne

Quando questi fenomeni si combinano, anche solo parzialmente, la pila perde uniformità di attuazione e non riesce più a garantire l'escursione prevista, compromettendo l'efficienza complessiva dell'attuatore piezoelettrico.

Queste considerazioni permettono di comprendere come lo stack piezo rappresenti un componente tanto sofisticato quanto delicato, la cui efficienza dipende dalla perfetta integrità di ogni singolo strato che lo compone.

**Nota:** *questo elaborato non intende configurarsi come un trattato tecnico-scientifico in senso accademico, ma come una presentazione ordinata e ragionata di un componente sezionato, utile a delineare la struttura interna dello stack piezo e ad evidenziare i principali meccanismi di degrado che possono comprometterne l'efficienza.*

[alberto@softon.it](mailto:alberto@softon.it)