

## Il controllo di una superficie mediante correnti indotte : quando impiegarlo ?

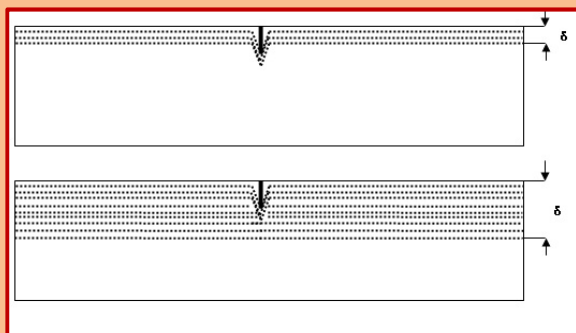
Quando bisogna ispezionare una superficie di materiale elettricamente conduttivo (superfici metalliche o anche composite in fibre di carbonio) per individuare difetti superficiali o subsuperficiali, specificamente quando la superficie può essere ricoperta da vernici o materiali protettivi, come nel caso di un componente in fase di manutenzione periodica, il metodo con **correnti indotte** è la migliore soluzione.

La tecnica si basa sulla capacità di un **campo elettrico variabile nel tempo** di indurre su un materiale conduttivo, un campo magnetico anch'esso variabile temporalmente. Per effetto del principio di azione e reazione tale campo magnetico da origine sul materiale ad un flusso di correnti che ricoleranno in modo tale da originare un campo magnetico che si oppone a quello che le ha generate. Tali correnti incontrando delle discontinuità lungo il loro percorso, danno origine ad una **variazione d'impedenza** del circuito virtuale costituito dal sistema strumento induttore e materiale sottoposto a correnti indotte. Tale variazione, rappresentata in modo opportuno su un piano polare o nel dominio del tempo, è correlabile, quindi, alla difettosità del materiale oggetto del controllo.

La prima considerazione da fare è :

### 1) Che profondità raggiungono le correnti e che tipo di difetti mi aspetto di individuare ?

Le correnti si inducono nel materiale, e per "*skin effect*" la profondità di penetrazione risulta inversamente proporzionale alla frequenza di induzione, oltre che dipendente dalle caratteristiche di conducibilità elettrica e permeabilità magnetica del materiale. Generalmente la massima profondità, ad esempio per l'alluminio, è di circa 15 mm con frequenze dell'ordine dei 100 Hz.



Quindi a seconda del tipo di materiale (acciaio, alluminio, ottone, titanio, CFRP) e del tipo di difetto che si ricerca, è possibile calcolare la frequenza di lavoro da impiegare.

**Facciamo l'ipotesi**, per semplicità, di cercare, su una lamiera di alluminio verniciato difetti non affioranti e posizionati a circa 5 mm di dalla superficie.

A questo punto devo scegliere il principale parametro di lavoro da utilizzare :

### **la frequenza f**

Dalla teoria la profondità di penetrazione  $\delta$ , nel caso di superfici piane è calcolabile dalla formula :

$$\delta = \sqrt{\frac{1}{\omega \sigma \mu_0 \mu_r}}$$

Convenzionalmente tale valore corrisponde, per la singola frequenza, al punto in cui la densità di corrente si riduce del 37% rispetto al valore superficiale. Tale profondità è infatti definita "Standard".

### **Esempio numerico :**

nel caso di una lamiera in alluminio se vogliamo cercare difetti contenuti nei primi 5 mm di spessore del materiale è necessario che le correnti abbiano tale profondità di penetrazione. Quindi :

$$\sqrt{\frac{1}{\omega \sigma \mu_0 \mu_r}} = 5 \text{ mm}$$

da cui :

$$\sqrt{\omega \sigma \mu_0 \mu_r} = \frac{1}{5}$$

$$\left( \omega \sigma \mu_0 \mu_r \right) = \frac{1}{25} \text{ essendo } \omega = 2\pi f \text{ si ricava :}$$

$$f = \frac{1}{25} \cdot \frac{2\pi}{\sigma \mu_0 \mu_r}$$

Essendo, nel caso dell'alluminio:

$$\mu_r = 1$$

$$\sigma = 37,5 \text{ m}/(\Omega \text{ mm}^2)$$

$$\mu_0 = 1,25 \cdot 10^{-6} \text{ H/m}$$

Da cui :

La frequenza da impiegare sarà  **$f = 135 \text{ kHz}$**