**COS’È L’EQUILIBRATURA DINAMICA E PERCHÉ DOVRESTI SAPERLO SE SEI UN INGEGNERE INDUSTRIALE [LE NOSTRE 10 PRINCIPALI RACCOMANDAZIONI]**

* [Massimo Mancini](https://www.omme.net/author/massimoomme-net/)
* [Dicembre 13, 2022](https://www.omme.net/2022/12/13/)

**Contenuti**

1. [Entriamo nel dettaglio per capire cause ed effetti dello squilibrio e come raggiungere l’equilibratura dinamica.](https://www.omme.net/equilibratura-dinamica-in-cosa-consiste-e-cosa-fare/#elementor-toc__heading-anchor-0)
   1. [Cos’è lo squilibrio che contrasta l’equilibratura dinamica?](https://www.omme.net/equilibratura-dinamica-in-cosa-consiste-e-cosa-fare/#elementor-toc__heading-anchor-1)
   2. [Quali sono le cause più comuni che generano il fenomeno dello squilibrio che contrastano l’equilibratura dinamica](https://www.omme.net/equilibratura-dinamica-in-cosa-consiste-e-cosa-fare/#elementor-toc__heading-anchor-2)
   3. [Le dannose conseguenze dello squilibrio. Perché è obbligatorio puntare all’equilibratura dinamica.](https://www.omme.net/equilibratura-dinamica-in-cosa-consiste-e-cosa-fare/#elementor-toc__heading-anchor-3)
   4. [Come può essere misurato e uno squilibrio e in che modo è possibile intervenire per eliminarlo per ottenere l’equilibratura dinamica.](https://www.omme.net/equilibratura-dinamica-in-cosa-consiste-e-cosa-fare/#elementor-toc__heading-anchor-4)
   5. [Le nostre raccomandazioni per evitare disequilibrio e mantenere una corretta equilibratura dinamica.](https://www.omme.net/equilibratura-dinamica-in-cosa-consiste-e-cosa-fare/#elementor-toc__heading-anchor-5)
2. [Scopri come possiamo aiutarti](https://www.omme.net/equilibratura-dinamica-in-cosa-consiste-e-cosa-fare/#elementor-toc__heading-anchor-6)

L’equilibratura dinamica è quel processo che serve a bilanciare le parti rotanti di un motore o di altri dispositivi meccanici affinché funzionino senza che si generino vibrazioni anomale. Si tratta di un processo fondamentale per la durata della vita di un motore, poiché le vibrazioni anomale possono causare danni meccanici in modo precoce.

Per chi non lo sapesse, lo squilibrio è un fenomeno che si verifica in ogni corpo che compie un movimento rotatorio, per intenderci, possiamo prendere in esempio la vibrazione che i pneumatici dell’automobile creano durante la corsa, quando non sono bilanciati: l’operazione per eliminare questo antipatico inconveniente e che rende la guida fluida e distesa l’abbiamo forse qualche volta visto fare al nostro gommista quando mettiamo le mani ai pneumatici per il cambio di stagione! Si tratta di raggiungere l’[equilibratura dinamica](https://it.wikipedia.org/wiki/Equilibratura).

Poiché lo squilibrio genera una forza centrifuga, la quale aumenta linearmente con l’entità della massa “squilibrante” e in forma quadratica con il numero di giri, più velocemente un rotore gira, più elevato è lo squilibrio. Per questo motivo e per far sì che i meccanismi di cui quotidianamente facciamo uso funzionino in maniera precisa e regolare, è necessario che i singoli elementi di cui si compone vadano analizzati anche sotto il punto di vista del comportamento dinamico. La soluzione si chiama equilibratura dinamica.

Abbiamo citato l’automobile che è l’esempio più classico e comprensibile a tutti, ma anche un semplice frullatore da cucina ha nel suo interno organi che girano ad alta velocità ed è soggetto allo stesso fenomeno. Anche in questo caso è necessario raggiungere l’equilibratura dinamica.

**Entriamo nel dettaglio per capire cause ed effetti dello squilibrio** e come raggiungere l’equilibratura dinamica.

**Cos’è lo squilibrio** che contrasta l’equilibratura dinamica?

Lo squilibrio è una situazione che si verifica quando qualcosa non è nelle proporzioni corrette. Si tratta di un concetto astratto con il significato generale di ”mancanza di equilibrio”. In una macchina, designa la mancanza di equilibrio nelle masse di un solido rotante attorno al proprio asse.

Nell’uso quotidiano, il sostantivo ”squilibrio” indica anche la ”massa che genera squilibrio” o il ”vettore di squilibrio” o la ”misurazione dello squilibrio attraverso i suoi effetti” (ad es. diciamo “aggiungi uno squilibrio al rotore” oppure “quel rotore ha uno squilibrio di g-mm” o “il risultato degli squilibri”, ecc.).

L’effetto dello squilibrio come principale fonte di vibrazioni non è certo astratto; basti pensare che lo squilibrio di un corpo rotante appoggiato su cuscinetti genera forze che, crescendo con il quadrato della velocità di rotazione, possono facilmente raggiungere intensità distruttive. Per questo è fondamentale cercare di raggiungere l’equilibratura dinamica.

Una massa applicata ad una certa distanza dall’asse di rotazione trasforma solo un rotore equilibrato in rotore sbilanciato se il rotore è supportato da perni e cuscinetti che lo obbligano a ruotare attorno ad un asse ben determinato. Al contrario se non vi fosse un asse di rotazione obbligato, la massa di squilibrio si limita a spostare l’asse del rotore, che potrà nuovamente ruotare senza problemi attorno al suo nuovo asse.

**Quali sono le cause più comuni che generano il fenomeno dello squilibrio** che contrastano l’equilibratura dinamica

Elenchiamo di seguito le più comuni ed importanti cause di squilibrio dei corpi rotanti:

1. componenti non lavorati, fusi, forgiati, difficilmente concentrici o simmetrici rispetto all’asse di rotazione;
2. tolleranze di processo e di montaggio che producono eccentricità, giochi ed errori di inclinazione delle superfici;
3. disomogeneità nei materiali utilizzati per porosità, coagulazione, inclusioni o irregolarità nella struttura e densità cristallina;
4. cromature e rivestimenti in vari materiali sul rotore o sui suoi componenti;
5. asimmetrie nei componenti del rotore dovute ad esigenze progettuali o costruttive (cavità per chiavi, avvolgimento per motori elettrici, maniglie, ecc.);
6. flessioni o deformazioni dovute ad assemblaggi forzati o riscaldati o/a trattamenti termici, nitrurazione, ecc.;
7. dissimmetrie generate durante il funzionamento, per deformazioni elastiche, plastiche o permanenti dovute a forze centrifughe o al fluido in cui opera il rotore, o a variazioni di temperatura.

Il progettista ha l’obbligo di esaminare attentamente i componenti rotanti per ridurre al minimo le possibili cause di disallineamento durante la produzione, l’installazione e il funzionamento.

Si deve tener sempre presente che gravi squilibri richiedono spesso interventi correttivi su larga scala, costosi e molto spesso complessi.

Se ti interessa l’argomento ti piacerà anche il nostro articolo sugli assi paralleli e il calcestruzzo armato: https://www.omme.net/riduttori-assi-paralleli-lavorazione-calcestruzzo/

**Le dannose conseguenze dello squilibrio**. Perché è obbligatorio puntare all’equilibratura dinamica.

Quando un corpo sbilanciato viene posto in rotazione, genera vibrazioni meccaniche e sollecitazioni nel rotore stesso, nei cuscinetti e nell’intera struttura della macchina.

L’entità degli effetti dipende essenzialmente dalla velocità di servizio, dalle masse e dalla rigidità e dallo smorzamento degli organi interessati (il rotore, le strutture portanti e le fondazioni).

Gli effetti più dannosi e/o più fastidiosi delle vibrazioni prodotte dagli squilibri sono:

1. l’usura dei cuscinetti, dei perni, dei giunti di accoppiamento, degli ingranaggi, ecc.;
2. guasti causati da sollecitazioni alternate nei piedistalli, nei supporti, nelle platee e nelle fondazioni;
3. riduzione dell’efficienza meccanica della macchina e della sua vita utile;
4. deterioramento della qualità del materiale prodotto dalla macchina;
5. consumo di energia necessaria per alimentare le vibrazioni delle varie parti associate al rotore;
6. trasmissione delle vibrazioni alle altre parti della macchina ed anche, tramite i pianali, ad altre macchine dell’impianto, con possibili fenomeni di risonanza particolarmente dannosi che ne derivano;
7. disturbi di varia natura arrecati alle persone e all’ambiente, come tutte le vibrazioni meccaniche, comunque generate

**Come può essere misurato e uno squilibrio e in che modo è possibile intervenire per eliminarlo** **per ottenere l’equilibratura dinamica.**

Le basi rigorose della misurazione e della compensazione dello squilibrio sono specificate nella norma DIN ISO 1940-1 (in precedenza chiamata linea guida VDI 2060). La precisione di una bilanciatura è specificata con la qualità della equilibratura “G” (in precedenza chiamata Q).

Ciò premesso esistono due tipi di approccio a seconda della complessità degli oggetti e/o della macchina da controllare e/o della precisione da ottenere:

1. **Equilibratura statica** che viene eseguita su sistemi in quiete e senza utilizzo di particolari attrezzature di misure ma semplicemente verificando, dopo aver posto il rotore in rotazione attorno al proprio asse, la condizione di equilibrio in diversi punti del rotore

2. **Equilibratura dinamica** che viene eseguita su sistemi in rotazione. Quando si parla di macchine complesse e volendo monitorare il comportamento alle vibrazioni generate durante il funzionamento, si utilizzano misuratori di forze (accelerometri o similari) opportunamente collocati nel complesso asserviti a monitor di controllo interfacciati al quadro elettrico della macchina. Quando si parla di oggetti singoli viene utilizzata una specifica macchina chiamata “equilibratrice” o “bilanciatrice” con la quale, dopo aver messo in rotazione con opportuna velocità il rotore, si interviene puntualmente aggiungendo o togliendo materiale a seconda delle indicazioni fornite dall’unità di misura.

Equilibratura dinamica: riduttore cicloidale***Equilibratura dinamica***: *Riduttore cicloidale montato su equilibratrice. Si nota a destra la cinghia di* *trascinamento e a sinistra il sensore per i giri e la determinazione del punto di zero*

**Le nostre raccomandazioni** per evitare disequilibrio e mantenere una corretta equilibratura dinamica.

I riduttori cicloidali usati nel campo della separazione centrifuga per decantazione, a causa sia della geometria che del peso proprio (nelle taglie più pesanti si può arrivare anche a superare i 500 Kg) hanno la necessità di essere sottoposti ad accurati e rigorosi controlli di equilibratura dinamica per due motivi fondamentali:

1.    Tutto Il riduttore gira alla stessa velocità del tamburo del decanter il quale, per generare il campo di forze centrifughe idoneo alla separazione del fluido da trattare nelle diverse fasi (tipicamente liquido-solido) viene messo in rotazione a velocità che possono spaziare dai 2000 g/1 per le taglie grandi fino anche a 8000 g/1 per le taglie più piccole

2.    Per ragioni costruttive molte volte il riduttore viene montato a sbalzo su un lato dei supporti del decanter e sottoposto al tiro delle cinghie di movimentazione di tutti il decanter.

È facile intuire che se l’operazione di equilibratura non fosse presente o fatta in parte, tutta la dinamica della macchina avrebbe pesanti ripercussioni per il corretto utilizzo.

Per concludere di seguito un breve elenco di raccomandazioni da tenere presente quando si approccia il problema:

1)   Determinare con precisione la classe di equilibratura necessaria (tolleranza).

2)   Una volta stabilita dal progettista la classe di precisione necessaria al meccanismo, ottenere una precisione maggiore durante l’equilibratura è inutile ed antieconomico. Il processo in sé è costoso

3)   Determinare se il rotore è rigido o flessibile.

4)   Se il rotore è rigido, scegliere i due piani di correzione più convenienti e la velocità di equilibratura più bassa compatibile con la precisione desiderata.

5)   Se il rotore è flessibile, scegliere i due o più piani di correzione più convenienti per ridurre eventuali flessioni prodotte dagli squilibri.

6)   Se il rotore è flessibile, valutare la possibilità di utilizzare uno dei metodi di equilibratura semplificati prima di ricorrere a l’equilibratura modale.

7)   Se il rotore è fortemente sbilanciato, ridurre prima gli squilibri statici, a bassa velocità.

8)   Quando possibile, terminare l’equilibratura con il rotore montato in effettive condizioni di servizio.

9)   Utilizzare una macchina equilibratrice con sensibilità, velocità di equilibratura, potenza motrice e dispositivi di sicurezza e protezione adeguati.

10) Sentitevi liberi di rivolgervi all’ufficio progettazione del costruttore della macchina: un costruttore serio mantiene con i clienti un rapporto di collaborazione reciprocamente vantaggioso e gratuito.

Se pensi di avere ulteriori domande o sei interessato ad approfondire l’equilibratura dinamica, contatta il nostro ufficio tecnico che saprà consigliarti la maniera corretta per intervenire sui casi di disequilibrio.