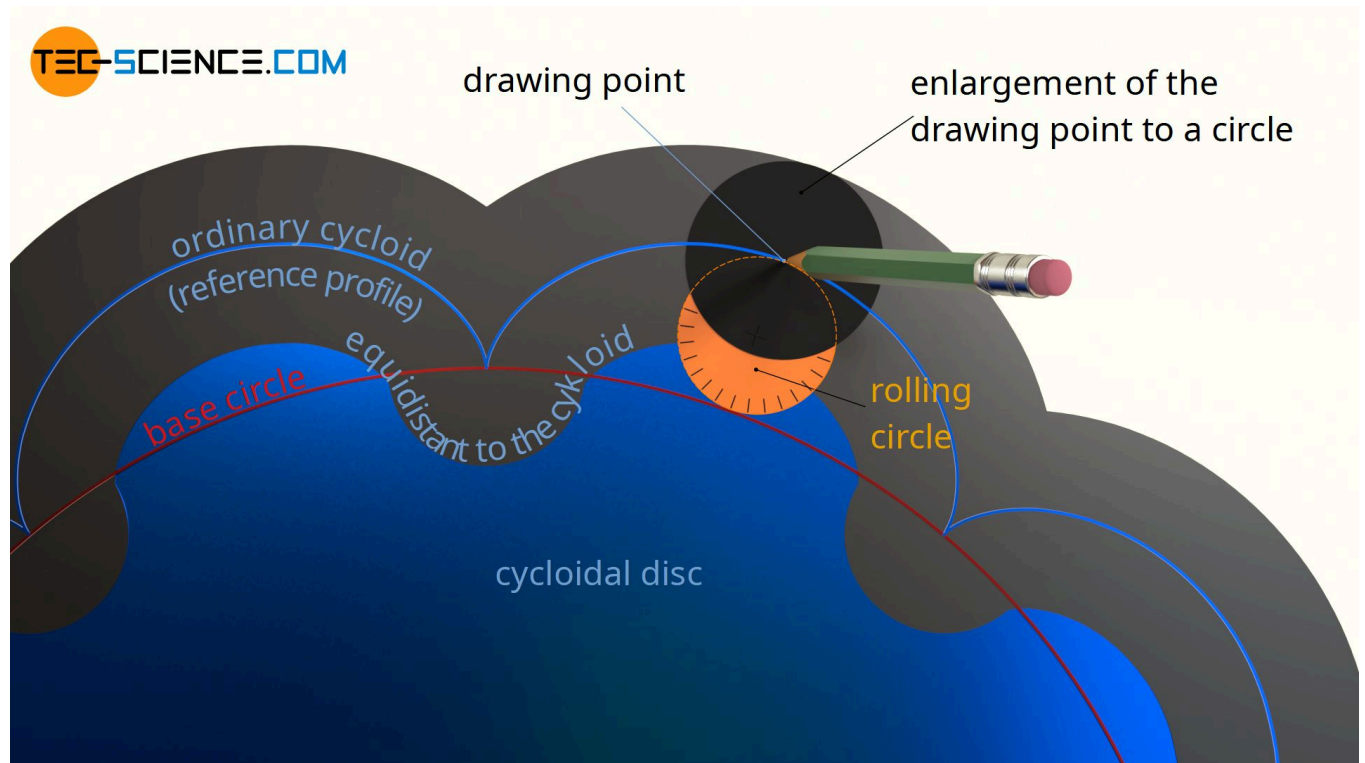


Costruzione del disco cicloidale di un azionamento cicloidale

tec-science.com/mechanical-power-transmission/planetary-gear/construction-of-the-cycloidal-disc

tec-scienza

14/01/2019



Scopri di più sulla progettazione del disco cicloidale di un azionamento cicloidale in questo articolo.

Progettazione del disco cicloidale

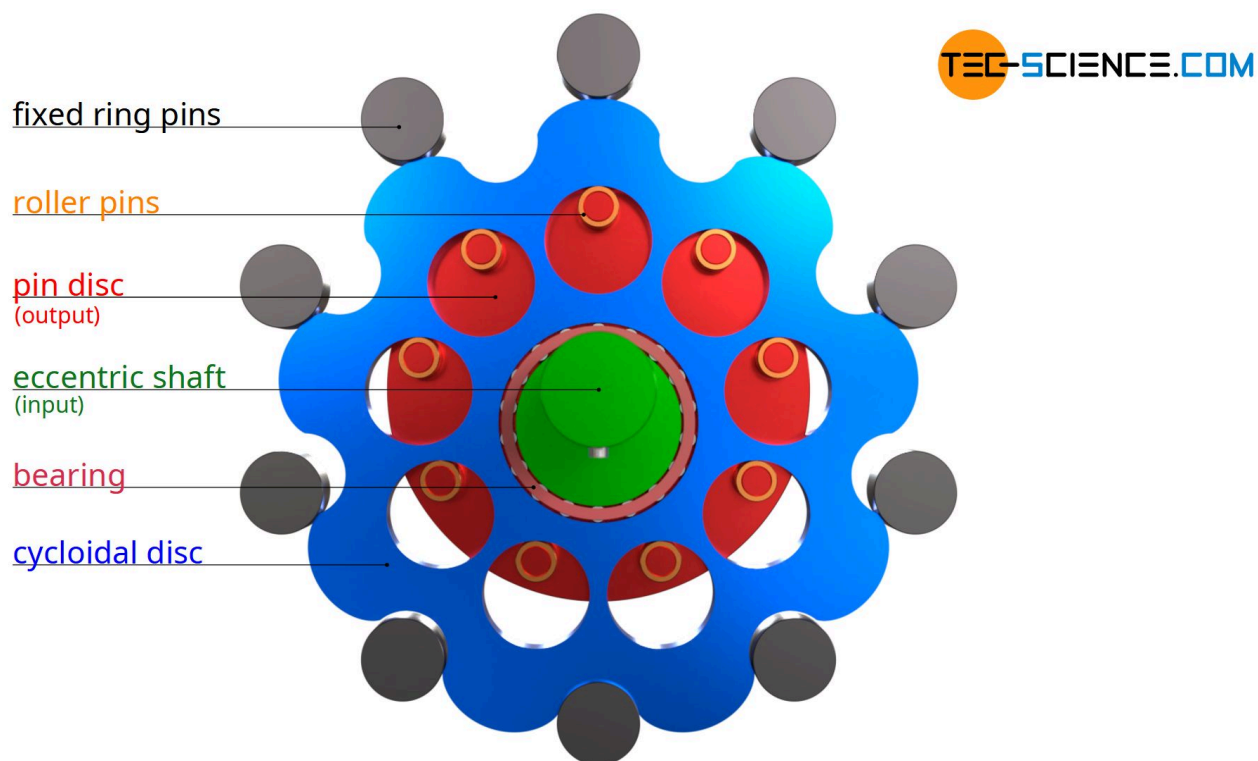


Figura: Struttura di un azionamento cicloidale

Disco cicloidale con cicloide ordinaria

Come già spiegato nell'articolo " *Principio di funzionamento* ", la forma base del disco cicloidale è una *cicloide* . Tale forma cicloidale si ottiene mediante un *cerchio di rotolamento* che rotola su un cerchio di base (vedi anche l'articolo " [Geometria degli ingranaggi cicloidali](#) "). La cicloide corrisponde quindi al percorso descritto da un punto sulla circonferenza del cerchio di rotolamento. La forma cicloidale risultante (*cicloide ordinaria*) è detta *profilo di riferimento* .

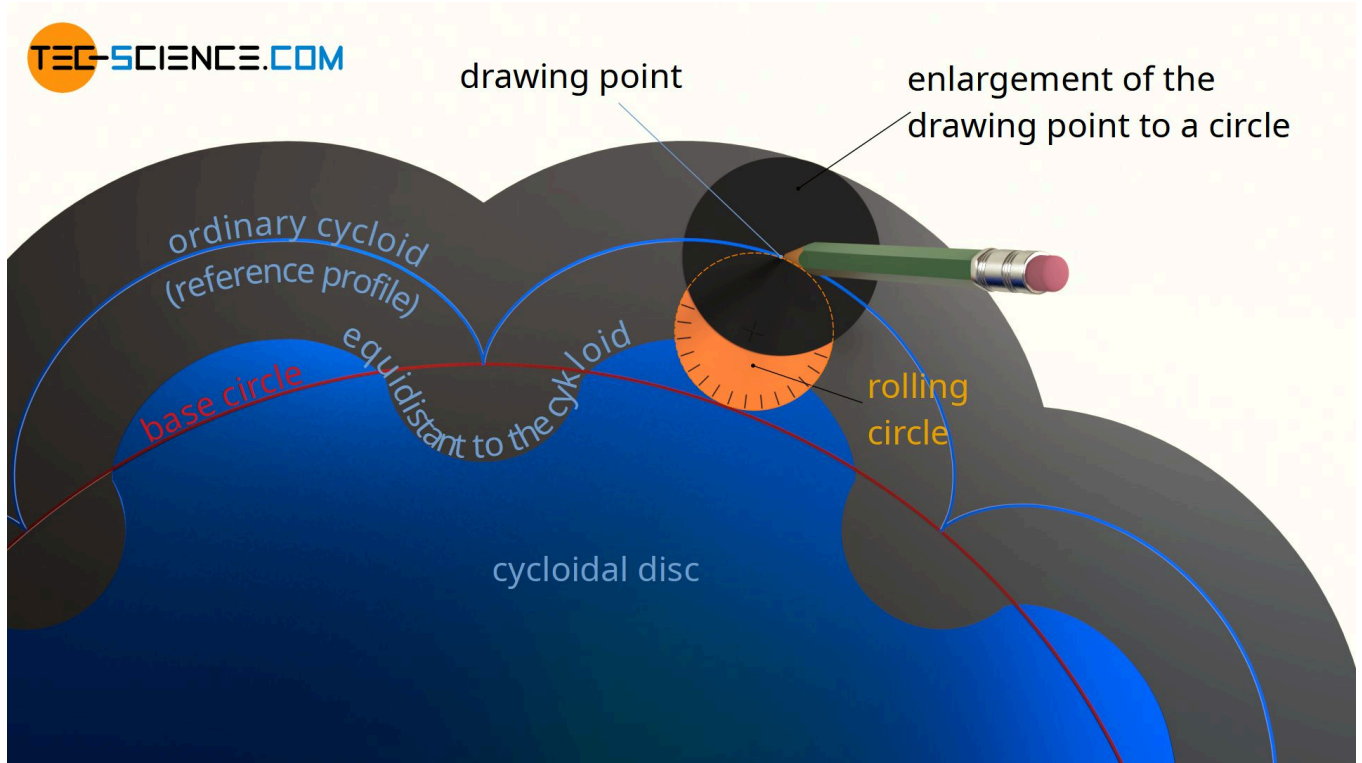


Figura: Progettazione del disco cicloidale con una cicloide ordinaria

Tuttavia, occorre tenere presente che il disco cicloidale dovrà poi rotolare attorno ai *perni fissi*. Per questo motivo, la punta di disegno ("punta di matita") deve essere estesa a formare un cerchio durante la costruzione della cicloide, in modo che il diametro di questo *cerchio di disegno* corrisponda al diametro dei *perni fissi* attorno ai quali ruoterà successivamente il disco cicloidale! Il profilo avvolgente che si crea quando il *cerchio di rotolamento* viene fatto rotolare con il suo *cerchio di disegno* corrisponderà quindi al profilo effettivo del disco cicloidale.

Animazione: Costruzione del disco cicloidale con una cicloide ordinaria

La costruzione del profilo effettivo del disco a partire dal profilo di riferimento può essere immaginata anche nel modo seguente. Se il centro di una fresa (il cui diametro corrisponde al successivo diametro del perno) viene posizionato sul profilo di riferimento e fresato lungo tale profilo, si ottiene la *forma effettiva (equidistante) del disco*.

La forma del disco cicloidale si ottiene da un punto equidistante dalla cicloide!

Disco cicloidale con cicloide contratto

Il disco cicloidale progettato nella sezione precedente presenta un'eccentricità relativamente elevata, che genera enormi forze di squilibrio ad alte velocità e si traduce in una corsa irregolare. L'elevata eccentricità comporta inoltre che i fori nel disco cicloidale siano relativamente grandi e quindi ravvicinati. Il ridotto spessore del materiale tra i fori potrebbe causare una deformazione degli stessi in presenza di forze elevate.

cycloidal disc with an ordinary cycloid

cycloidal disc with a contracted cycloid

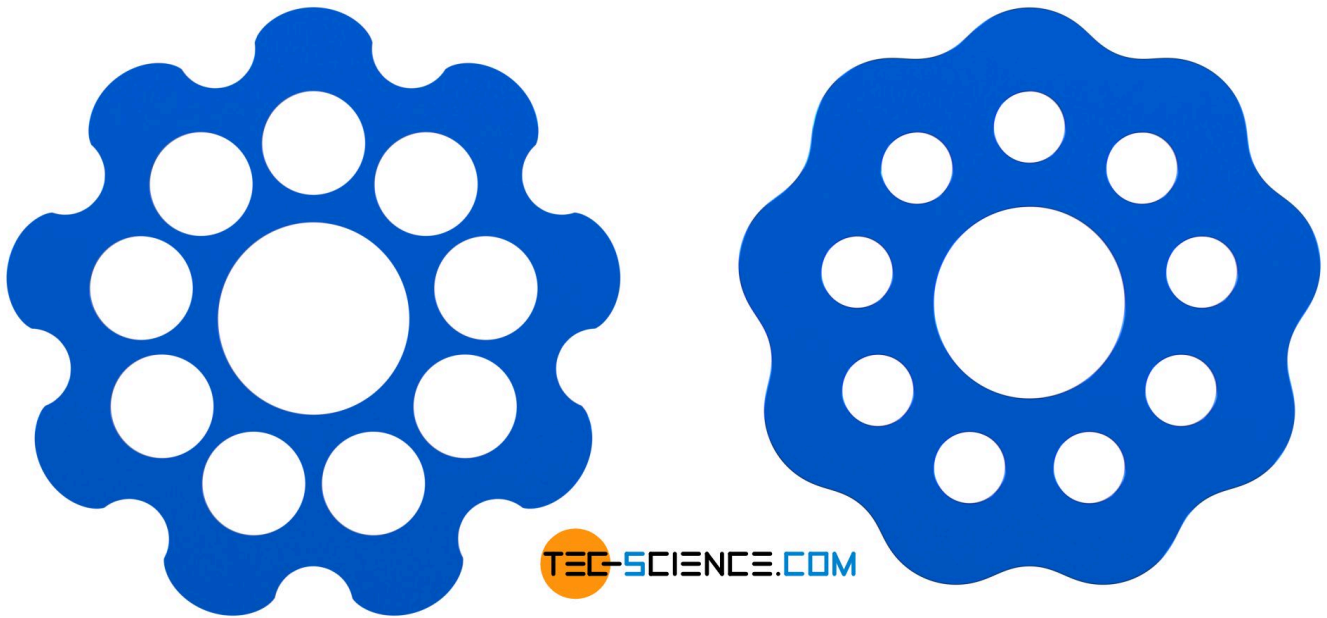


Figura: Disco cicloidale di una cicloide ordinaria e di una cicloide contratta

Per questi motivi, il disco cicloidale viene spesso progettato con una cosiddetta *cicloide contratta*. Il *punto di trazione* non è più posizionato sulla circonferenza del *cerchio di rotolamento* (distanza R), ma si trova all'interno del *cerchio di rotolamento* (distanza $r < R$). Al contrario, si ottiene una *cicloide estesa* se il punto di trazione è posizionato all'esterno del cerchio di rotolamento (distanza $r > R$). Tuttavia, quest'ultima non ha alcun significato nell'ingegneria meccanica, motivo per cui si utilizza solo la cicloide contratta.

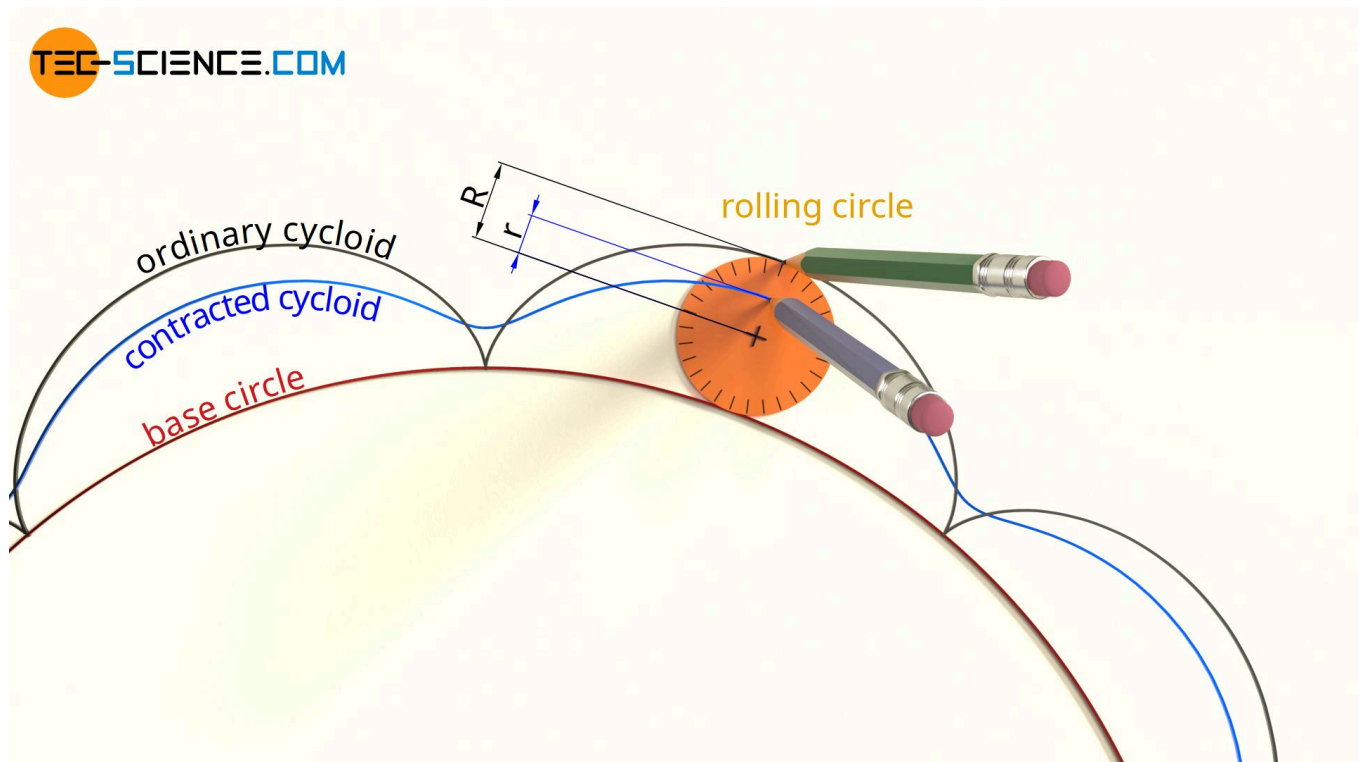


Figura: Costruzione di una cicloide ordinaria e di una cicloide contratta.

La figura sottostante mostra l'effetto di una tale cicloide contratta sulla forma del disco cicloidale. Il contorno del disco cicloidale risulta "più morbido". Sia l'eccentricità che i diametri dei fori posteriori nel disco cicloidale sono significativamente ridotti.

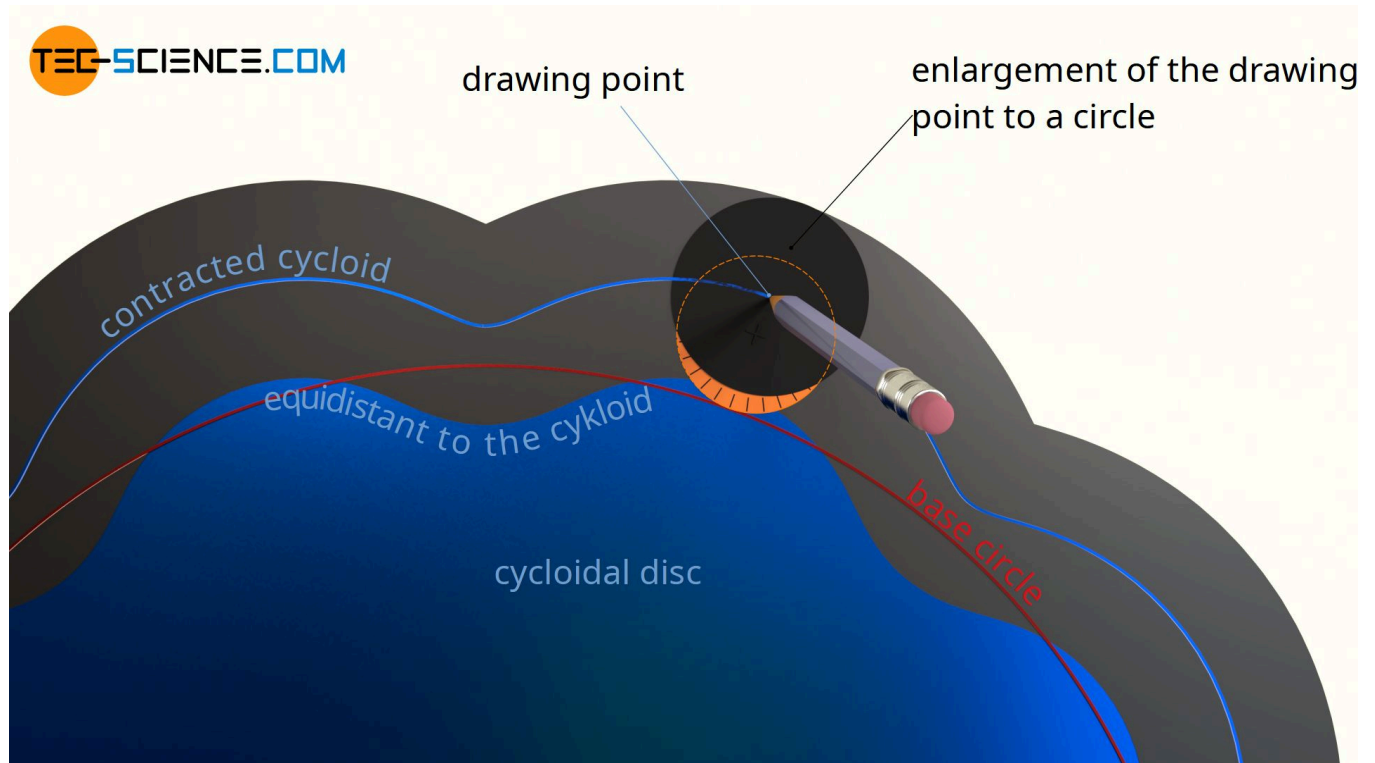


Figura: Schema del disco cicloidale con cicloide contratta

Animazione: Costruzione del disco cicloidale con cicloide contratta

L'animazione sottostante mostra il funzionamento del disco cicloidale, che è costruito con una cicloide contratta.

Animazione: Disco cicloidale di una cicloide ordinaria e di una cicloide contratta

Si noti che il rapporto di trasmissione non cambia a causa della costruzione con cicloidi contratti. Il rapporto di trasmissione è determinato unicamente dal numero di *lobi* n del disco cicloidale e dal numero di *perni* N (per maggiori informazioni si veda l'articolo "[Principio di funzionamento](#)").

$$i_o = \frac{N}{N-n}$$

$$(1) \quad i_o = \frac{N}{N-n}$$

Il rapporto di trasmissione di un azionamento cicloidale si riflette anche nel rapporto tra il *diametro del cerchio di base* e il *diametro del cerchio di rotolamento*, che viene utilizzato per costruire il disco cicloidale. Dal punto di vista del disco cicloidale, si tratta di far rotolare i perni ("fissi") sul disco stesso (anche se dal punto di vista di un osservatore esterno la situazione è esattamente l'opposto: è il disco cicloidale a rotolare sui perni fissi – è solo una questione di prospettiva).

$$i_o = D\delta(2)$$

$$(2) \quad i_o = \frac{D}{\delta}$$

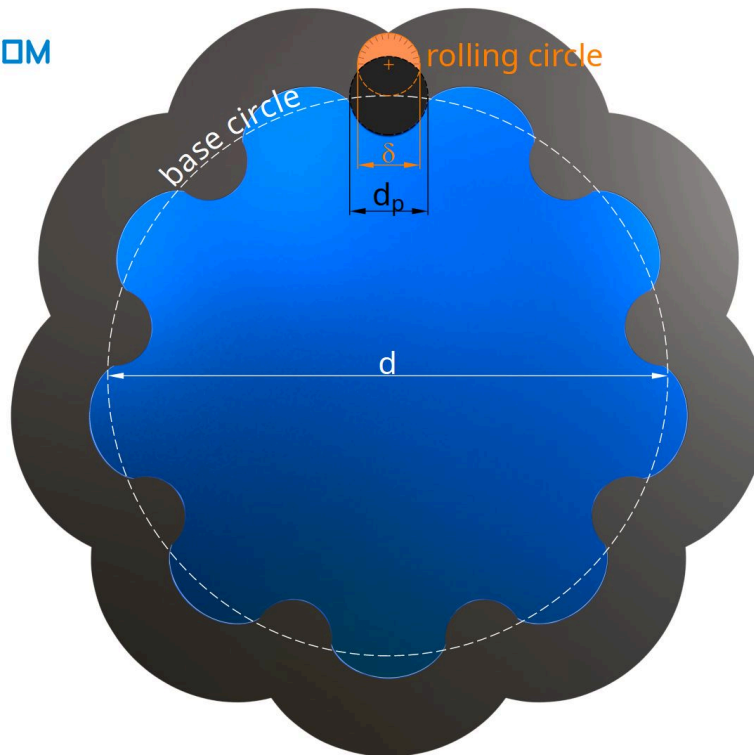


Figura: Figura: Rapporto tra cerchio di rotolamento e cerchio di base

Costruzione dell'azionamento cicloidale

The cycloidal disc shown above will in the following be used to show the determination of the parameters required for the construction of the cycloidal drive. The *reference circle* on which the fixed pins are arranged is chosen in this case with $D = 160$ mm. The pin diameter itself is $d_p = 20$ mm. A total of $N=10$ pins are used, which should lead to a transmission ratio of $i = 9$. The rollers of the *roller disc* have a diameter of $d_r = 14$ mm. The rollers themselves are arranged on a *reference circle* with the diameter $d_d = 88$ mm. The eccentricity of the rotating cycloidal disc is chosen with $e = 4$ mm.

In principle, the above-mentioned parameters are arbitrary, but should be chosen sensibly. The cycloidal disc can now be constructed using these parameters:

- reference circle diameter of the fixed ring pins D
- pin diameter d_p
- number of fixed pins N
- transmission ratio i
- diameter of the roller pins d_r
- reference circle diameter d_d of the roller pins on the roller disc
- eccentricity of the cycloidal disc e

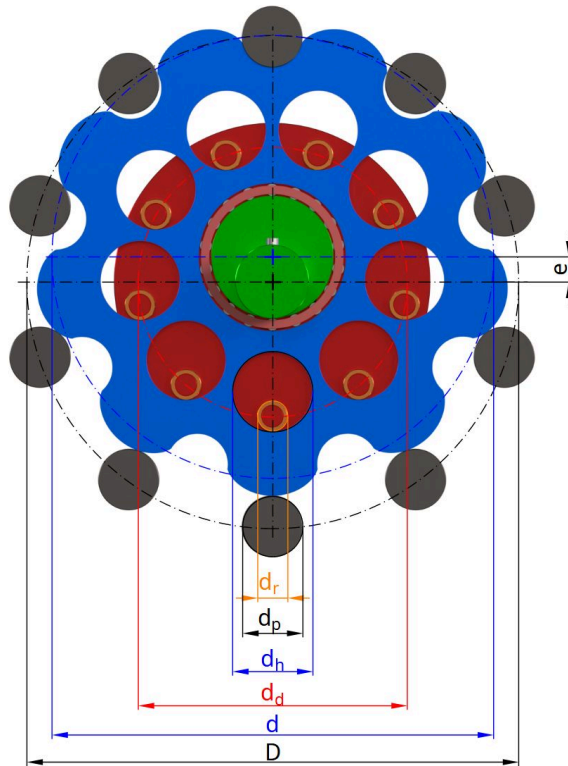


Figure: Design of a cycloidal drive

Diameter of the rolling circle

The diameter of the rolling circle δ for the construction of the cycloidal disc must first be chosen so that the *circumference of the rolling circle* corresponds exactly to the *pin pitch* of the fixed pins. This is the only way to ensure that the spacing of the lobes on the cycloidal disc corresponds to the spacing of the fixed pins on the housing and that meshing is possible. Since the respective pitch circle diameter is proportional to the number of lobes or pins, the diameter δ of the rolling circle must therefore be smaller by the number of fixed pins N than the pitch circle diameter D of the fixed pins:

$$\delta = DN \quad (=16 \text{ mm})(3)$$

$$(3) \quad \delta = \frac{D}{N}$$

$$\left(\begin{array}{l} = \\ 16 \\ \text{mm} \end{array} \right)$$

Thus, in combination with equation (2), the *base circle diameter* d for the construction of the cycloidal disc can be calculated as follows:

$$i = d \delta = d \cdot N D d = i N \cdot D (=144 \text{ mm})(4)$$

$$i = \frac{d}{\delta} = \frac{d \cdot N}{D}$$

$$(4) \quad d = \frac{i}{N} \cdot D$$

$$\left(\begin{array}{l} = \\ 144 \\ \text{mm} \end{array} \right)$$

Eccentricity

The distance of the *drawing point* to the center of the rolling circle during the construction of the cycloidal disc corresponds directly to the later eccentricity e , because this distance ultimately determines the “amplitude” with which the drawing circle oscillates around the base circle during the construction of the cycloid. The eccentricity is always smaller or, in extreme cases, equal to half the diameter of the rolling circle.

$$e \leq \frac{\delta}{2} (5)$$

$$(5) \quad e \leq \frac{\delta}{2}$$

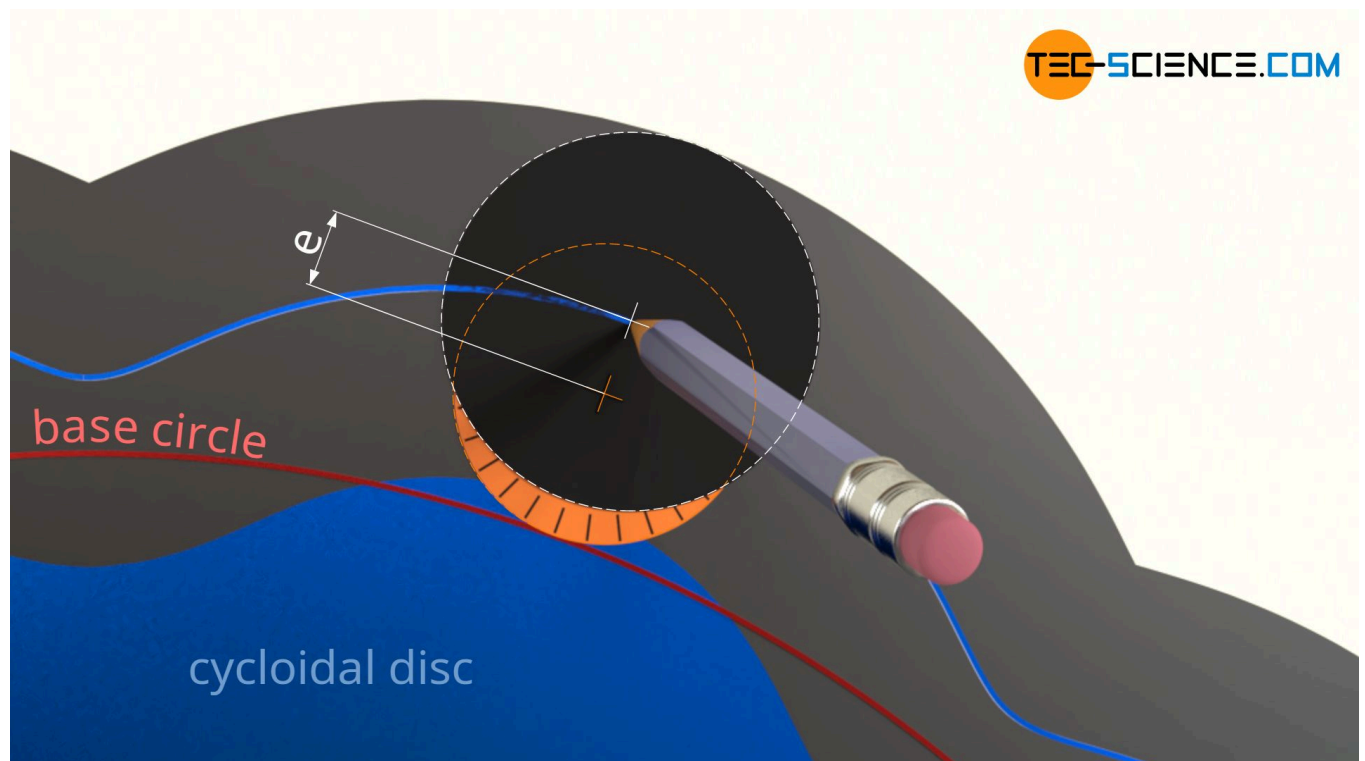


Figure: Eccentricity

Nel caso in esame, l'eccentricità è stata scelta pari a $e = 4 \text{ mm}$. Tuttavia, l'eccentricità non dovrebbe essere troppo piccola, altrimenti la forma del disco cicloidale risulterà troppo "morbida" e, in casi estremi, si trasformerà in una forma puramente circolare con

un'eccentricità di $e=0$. In questo caso, ovviamente, non sarà più possibile ottenere un accoppiamento positivo e, anche se l'eccentricità è troppo bassa, sussiste il rischio che il disco cicloidale scivoli sui perni.

Diametro del foro del disco cicloidale

L'eccentricità e a sua volta influenza il diametro del foro d_h del disco cicloidale. Da un lato, i perni dei rulli con diametro d_r devono passare attraverso i fori e dall'altro, i fori devono tenere conto dell'oscillazione del disco cicloidale con eccentricità e . Pertanto, il diametro dei fori d_h corrisponde al diametro dei perni dei rulli d_r più il doppio dell'eccentricità e :

$$D_H = D_R + 2 \cdot e \quad (= 22 \text{ mm}) \quad (6)$$

$$(6) \quad D_H = D_R + 2 \cdot e$$
$$\left(\begin{array}{l} = \\ 22 \\ \text{mm} \end{array} \right)$$

Il diametro del cerchio primitivo su cui sono disposti i fori attorno al centro del disco cicloidale corrisponde esattamente al diametro del cerchio primitivo su cui sono disposti i rulli attorno al centro del disco dei rulli ($d = 88 \text{ mm}$)!

La geometria del disco cicloidale o dell'azionamento cicloidale è quindi completamente determinata!