

Lehrveranstaltung CAD II, SoSe 2019

Übungsaufgabe: Evolventenzahnrad

Name : _____
Vorname : _____
Mat.-Nr : _____
Testat : _____
Tag der Abgabe : _____

Note :

Folgende Teile des Programms funktionieren nicht oder unvollständig:

Basisnote	1.0
1-7 Tage verspätet	+1.0
8-14 Tage verspätet	+2.0
kein Testat	+1.0
einfacher Funktionsfehler	+0.3 bzw. +0.4
mittlerer Funktionsfehler	+1.0
schwerer Funktionsfehler	+2.0
ein hoher Anteil an redundantem Code	+0.3 bzw. +0.4
schlechte Lesbarkeit des Codes	+1.0
Projekte unvollständig eingerichtet	+1.0
Außerordentlich gute Ideen	-1.0

Übungsaufgabe: Evolventenzahnrad

Tag der Ausgabe: 03.05.2019

Testat: spätestens am 10.05.2019

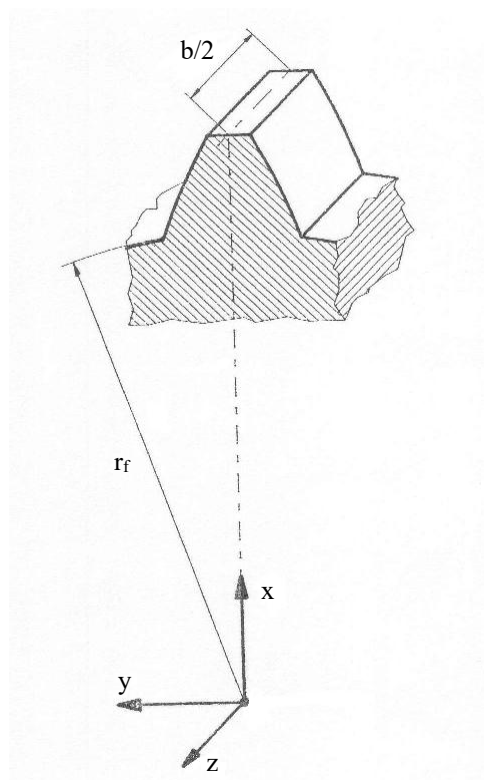
Tag der Abgabe: 24.05.2019

Es soll eine AutoCAD-Anwendung zur Erzeugung des Umrisses eines geradverzahnten Evolventenzahnrads implementiert werden.

Dazu ist bereits ein Codegrundgerüst vorhanden. Legen Sie also zunächst ein neues arx-Projekt an und kopieren Sie die Dateien aus dem Verzeichnis „Code CAD für Übung Zahnrad“ auf g_cad2 in Ihr Projektverzeichnis.

Wichtig: Nennen Sie die Ausgabedatei CADArxGear.arx, damit ihr Name mit dem Namen in der def-Datei übereinstimmt.

Bei der in der Praxis sehr häufig angewandten Evolventenverzahnung ist der Querschnitt einer Zahnflanke Teil einer Kreisevolvente. Jedem Kreis (und auch anderen Kurven) kann man eine Schar von Kurven, deren Evolventen, zuordnen. Anschaulich lässt sich eine Evolvente gut als „Fadenlinie“ beschreiben. Um die Ausgangskurve, in unserem Fall also ein Kreis, sei ein Faden gespannt. Am Fadenende sei z.B. ein Bleistift befestigt. Wenn man nun den Bleistift vom Kreis so wegbewegt, dass der Faden immer straff gespannt ist, also tangential am Kreis anliegt, dann bewegt sich die Bleistiftspitze entlang einer ganz bestimmten Kurvenform, einer Kreisevolvente. In der Verzahnungstheorie nennt man diesen Kreis Grundkreis und den Radius bezeichnet man als Grundkreisradius r_b .



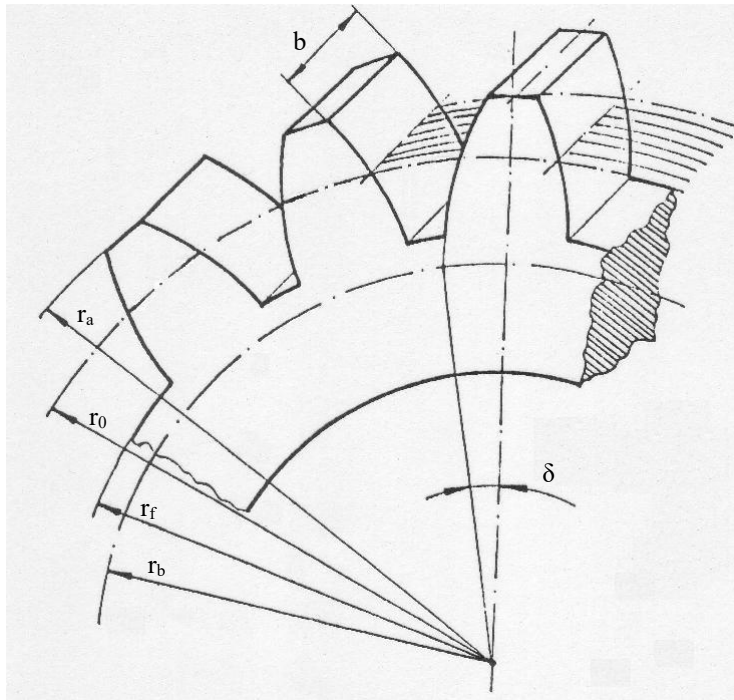
Wenn man das Koordinatensystem wie im Bild dargestellt so wählt, dass der Ursprung im Mittelpunkt des Grundkreises liegt und die x-Achse genau durch die Mitte eines Zahnes verläuft, erhält man folgende Parameterdarstellung:

$$\begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} = r_b \cdot \begin{pmatrix} \cos \Delta + u \cdot \sin \Delta \\ \sin \Delta - u \cdot \cos \Delta \end{pmatrix}$$

mit $\Delta = u - \delta$

Der Zahnspitzenwinkel δ ist der Winkel zwischen der x-Achse und dem Anfangspunkt der Evolvente auf dem Grundkreis. (siehe: Bild auf der folgenden Seite)

Das Flankenstück wird durch den Fußkreis mit dem Radius r_f und dem Kopfkreis mit dem Radius r_a begrenzt. In der Mitte zwischen Kopf- und Fußkreis liegt der Teilkreis mit dem Radius r_0 . Alle Kreise haben den gleichen Mittelpunkt wie der Grundkreis.



In der Verzahnungstheorie wird die Flankenengeometrie eines Evolventenzahnrades mit Hilfe der Bestimmungsgrößen Modul m , Zähnezahl z_z und Eingriffswinkel α_0 sowie die Zahnbreite b beschrieben. Für die anderen Parameter ergibt sich damit:

$$r_0 = \frac{m \cdot z_z}{2}$$

$$r_b = r_0 \cdot \cos \alpha_0$$

$$r_f = r_0 - m$$

$$r_a = r_0 + m$$

$$\delta = \frac{\pi}{2 \cdot z_z} + \tan \alpha_0 - \alpha_0$$

Für die Darstellung des Umrisses soll die Zahnflanke mit Hilfe von Linienstücken approximiert werden und am Kopf sowie am Fuß sollen die Endpunkte der benachbarten Flanken mit Bogenstücken verbunden werden. Auf der Flanke ist dafür die Berechnung von Zwischenpunkten erforderlich. Um eine möglichst gleichmäßige Verteilung zu erzielen, soll nicht der Parameter u sondern der Abstand r der Zwischenpunkte vom Grundkreismittelpunkt gleichmäßig variieren. Wenn man dementsprechend den Schnittpunkt der Evolvente mit einem Kreis mit dem Radius r ermittelt, ergibt sich für den Parameter u :

$$u = u(r) = \frac{1}{r_b} \cdot \sqrt{r^2 - r_b^2}$$

Es genügt, die Zwischenpunkte der mit Hilfe der gegebenen Parameterdarstellung beschriebenen Ausgangsflanke zu ermitteln. Die Zwischenpunkte der gegenüberliegenden Flanke erhält man dann durch Spiegelung an der x-Achse. Die Punkte aller weiteren Flanken ergeben sich durch Rotationen mit dem Winkel φ :

$$\varphi = \frac{2\pi}{z_z}$$

Eine Methode `CADArxGear::DataInput()` zur Eingabe der Bestimmungsgrößen Modul m und Zähnezahl z_z ist bereits vorbereitet. Der Eingriffswinkel α_0 , soll immer 20° betragen, was in der Praxis auch sehr häufig der Fall ist. Weiterhin sollen eingegeben werden der Mittelpunkt des Zahnrads und die Anzahl der Zwischenpunkte einer Flanke.

Implementieren Sie die beiden vorbereiteten Methoden `CADArxGear::Calc()` zur Berechnung der Zwischenpunkte für die Ausgangsflanke und `CADArxGear::Create()` zur Ermittlung der Linien- bzw. Bogenelemente für die Darstellung des kompletten Umrisses des gegebenen Zahnrads sowie die beiden privaten Hilfsmethoden `CADArxGear::CreateLine()` und `CADArxGear::CreateArc()` zur Speicherung dieser Elemente als AutoCAD-Entities:

- Berechnen Sie die Flankenpunkte nur dann, wenn folgende Bedingungen erfüllt ist:
Der Fußkreisradius r_f muss größer sein als der Grundkreisradius r_b .
Geben Sie ggf. eine entsprechende Fehlermeldung mit `acutPrintf(...)` aus.
(Diese Bedingung ist z.B. für $m = 3$ und $z_z = 36$ erfüllt.)
- Speichern Sie Linien-Entities und Bogen-Entities nur dann ab, wenn deren Bogenlänge größer als `CADArx_Length_Eps` ist. Geben Sie die Warnung, dass nicht alle Entities erzeugt werden konnten, nur einmal aus. Nutzen Sie dafür das Attribut `CADArxGear::_blsLengthWarning`.
- Die Entities sollen in einer zur xy-Ebene des WKS parallelen Ebene durch den gegebenen Mittelpunkt des Zahnrads gespeichert werden.
- Beachten Sie die Erläuterungen und Hinweise in den Übungen.