

## Diseño del eje de STPM

### Datos utilizados para diseño: Potencia, velocidad y torque.

El eje estará sometido a fatiga con los siguientes datos:

**%Potencia:**

P = 125                      %[W]

P = 125

**%Velocidad**

V = 350;                      %[RPM]

V = (V\*2\*pi)/60              %rad/s

V = 36.6519

Para el diseño de un eje se tiene en cuenta los parámetros de potencia y de torque.

$T_m = P/V$

$T_m = 3.4105$

### Determinación de cargas sobre el eje y gráficas de esfuerzos alternantes.

Las cargas que experimenta el eje son los pesos de los dos eslabones y la carga axial que genera la polea, así mismo, se colocará dos rodamientos en los extremos, los cuales van a ser tratados como las reacciones.

w\_polea = 0.320\*9.81                      %[N]

w\_polea = 3.1392

w\_eslabon1 = (0.687/2)\*9.81              %[N]

w\_eslabon1 = 3.3697

w\_eslabon2 = (0.236/2)\*9.81              %[N]

w\_eslabon2 = 1.1576

Para el cálculo de la fuerza axial generada por la polea, se utiliza las fuerzas internas. Para ello, se estudian dos casos: cuando la polea no presenta movimiento (sin torque), y cuando se implementa un motor (con torque). Para estos cálculos se despreciará la masa de la polea.

Para el primer caso (estático), se tiene lo siguiente:

$$-F_2 \cdot r_p + F_1 \cdot r_p + T = 0$$

$$F_1 = F_2$$

$$F_s = F_1 + F_2$$

Para el segundo caso (dinámico), se tiene lo siguiente:

$$-F_2 \cdot r_p + F_1 \cdot r_p - T = 0$$

$$T = (F_1 - F_2) \cdot r_p$$

$$F_m = F_1 - F_2$$

Se trabajará con una proporción de  $F_1 = 5 \cdot F_2$ , por lo tanto:

$$F_m = 4F_2$$

$$F_s = 6F_2$$

$$\frac{F_s}{F_m} = \frac{6}{4}$$

$$F_s = \frac{6}{4} \cdot F_m$$

Y por otro lado, se tiene que:

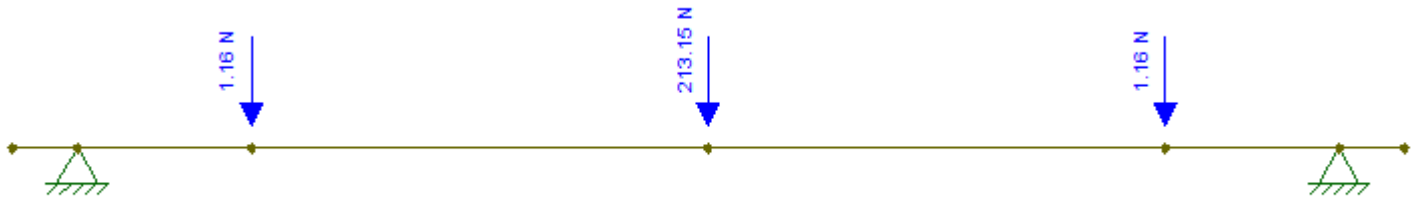
$$T = F_m \cdot r_p$$

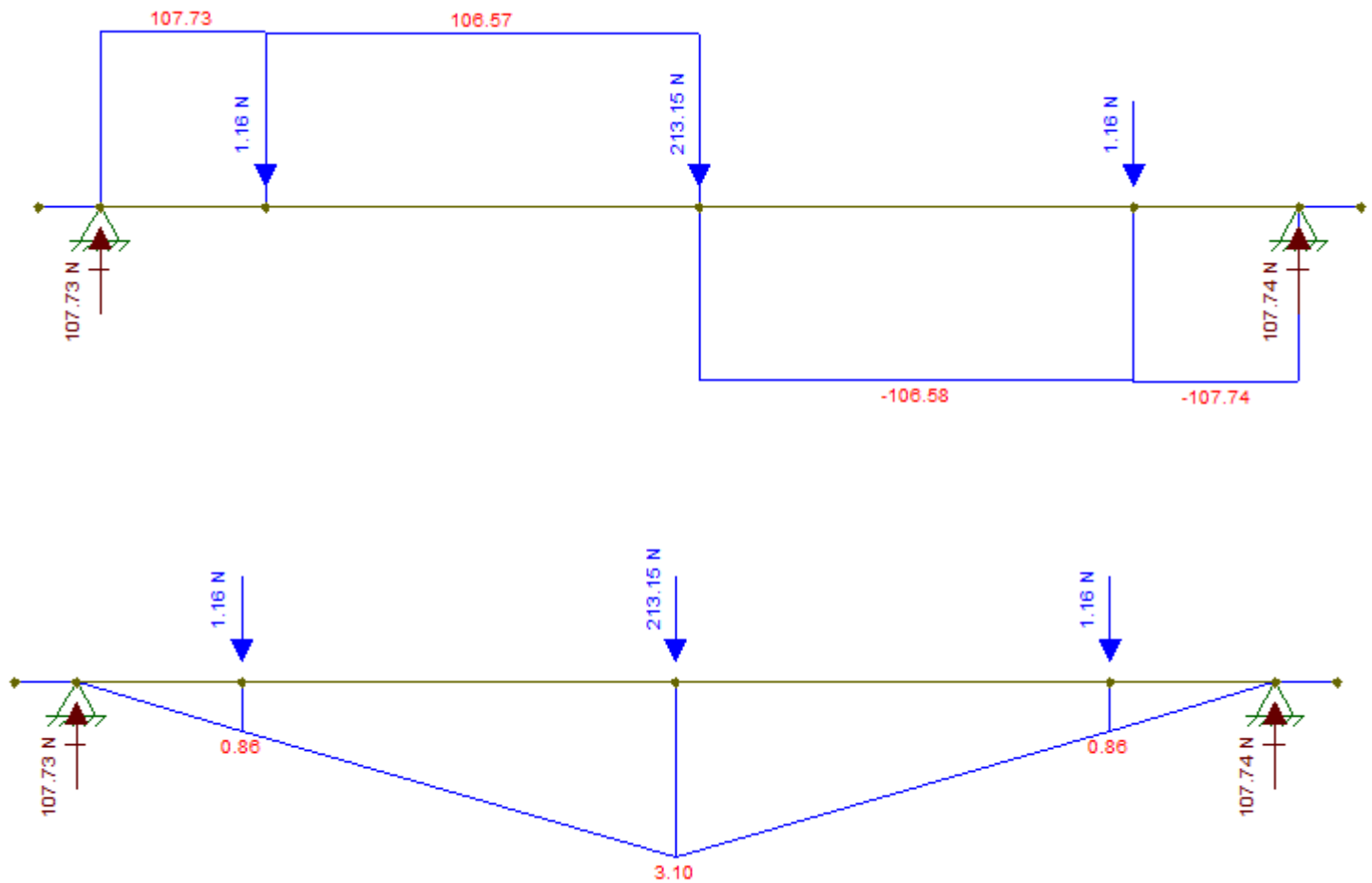
$$F_m = \frac{T}{r_p}$$

```
Fm = Tm/(0.048/2);    %[N]
%Carga axial sobre el eje:
Fs = (6/4)*Fm         %[N]
```

Fs = 213.1539

Con el dato anterior, se genera el siguiente diagrama de cuerpo libre y se encuentra la gráfica de vector cortante y momento flector.





Como el eje gira, la gráfica de momento representa en cada sección el valor de momento alternante.

$$M_a = 3.186; \%[Nm]$$

### Ciclo de uso del mecanismo

Este proyecto por el momento tiene un enfoque académico, del cual los estudiantes puedan evidenciar en él la aplicación de diferentes ramas de la ingeniería. Por lo tanto, se propone un ciclo de uso de 8 horas por día durante 3 años.

$$\text{Numero Ciclos} = \frac{1 \text{ ciclo}}{2 \text{ horas}} \cdot \frac{8 \text{ hora}}{1 \text{ día}} \cdot \frac{365 \text{ días}}{1 \text{ año}} \cdot 3 \text{ años}$$

$$\text{Ciclos} = 4 \cdot 365 \cdot 3$$

$$\text{Ciclos} = 4380$$

Sin embargo, para un mejor análisis de fatiga, se trabajará como vida infinita al material.

## Material y esfuerzo corregido

Se eligió un acero de plata por cuestiones económicas, y porque es un material que posee una alta dureza, además suele utilizarse en la fabricación de diversas herramientas de trabajo.

```
SutM = 610;    %[Mpa]
SutS = 88.47;  %[ksi]
```

Para una vida infinita, el límite de resistencia a la fatiga en aceros se calcula de la siguiente manera:

$$S_{ut} < 200 \text{ ksi}$$

$$S_e' = 0.5 \cdot S_{ut}$$

```
Se = SutM*0.5    %[MPa]
```

```
Se = 305
```

Cabe resaltar que el diseño del eje ya tiene una medida estándar de diámetro, puesto a que es la medida que tiene la polea del STPM, es decir, se realizará el análisis de fatiga partiendo de los datos conocidos para verificar su rendimiento.

Se procede a hallar el factor de corrección de la resistencia última a tensión, teniendo en cuenta las siguientes características a las cuales está sometido el eje.

```
%Diámetro principal del eje
d1 = 10.6;          %[mm]

%Factor de carga: Flexión
Carga = 1;

%Factor dimensional
Ctamano = 1.189*d1^-0.097;

%Factor superficial: maquinado
Csuperficie = 4.51*(SutM)^-0.265;

%Factor de temperatura
Ctemp = 1;

%Factor de confiabilidad: 50%
Cconf = 1;
```

Con lo anterior, es posible encontrar la corrección de resistencia a la fatiga:

```
Sf = Se*Carga*Ctamano*Csuperficie*Ctemp*Cconf    %[Ma]
```

```
Sf = 237.7339
```

## Concentradores de esfuerzo

Las esquinas afiladas en un eje puede causar esfuerzos indeseados, razón por la cual se calculan los concentradores de esfuerzo.

Esfuerzo normal:

$$k_t = A \cdot \left(\frac{r}{d}\right)^b$$

Partiendo de que se conoce el valor de D y de d, se encuentra el valor de A y b.

$$Dd = 10.6/10$$

$$Dd = 1.0600$$

Se supone un radio de filete de 0.2 mm

**%Radio del filete**

$$r = 0.2;$$

$$A = 1.02260;$$

$$b = -0.19156;$$

$$k_t = A \cdot (r/10)^b$$

$$k_t = 2.1635$$

Y se supone un  $k_{ts}$  de 1.5, puesto a que se recomienda que el concentrador sea el mayor posible para minimizar la concentración de esfuerzo.

$$k_{ts} = 1.5;$$

Se obtiene la sensibilidad a la muesca del material para calcular los factores de concentración de esfuerzos por fatiga.

$$q = \frac{1}{1 + \frac{\sqrt{a}}{\sqrt{r}}}$$

$$a = 0.070;$$

$$r = 0.2;$$

$$q = 1/(1+(\sqrt{a}/\sqrt{r}))$$

$$q = 0.6283$$

Con el resultado anterior, se obtienen los factores de concentración de esfuerzo por fatiga, utilizando las concentraciones de esfuerzo geométrico para flexión y torsión.

$$k_f = 1 + q \cdot (k_t - 1)$$

$$k_{fs} = 1 + q(k_{ts} - 1)$$

$$k_f = 1 + q \cdot (k_t - 1)$$

$$k_f = 1.7310$$

$$kfs = 1 + q*(kts - 1)$$

$$kfs = 1.3141$$

**Cálculo de diámetro en la polea:**

$$d_2 = \left\{ \frac{32N_f}{\pi} \left[ \frac{\sqrt{(k_f M_a)^2 + \frac{3}{4}(k_{fs} T_a)^2}}{S_f} + \frac{\sqrt{(k_{fm} M_m)^2 + \frac{3}{4}(k_{fsm} T_m)^2}}{S_{ut}} \right] \right\}^{\frac{1}{3}}$$

**%Factor de seguridad**

$$Nf = 2.5;$$

$$d = ((32*Nf)/\pi * (\text{sqrt}((kt*Ma*10^3)^2 + (3/4)*(kts*Tm*10^3)^2)/(Se)))^{(1/3)} \quad \text{\%[mm]}$$

$$d = 8.8114$$

Es decir el diámetro debe ser mínimo de 8.81, sin embargo se normaliza a una dimensión de 10.6mm, puesto a que es el diámetro con el que viene la polea por defecto. Así mismo, al ser la sección de estudio con el momento flector más grande, se puede asumir que los otros diámetros también deberán ser como mínimo ese valor.