4.3.7 DISEÑO DE PERNO QUE SUJETA LA UÑA

Seleccionamiento del perno

Perno UNF clase 4.8

Para escoger el perno vamos a la tabla 14-1 pag 895 de Norton e ingresamos con el diámetro del perno que necesitamos es de 1/2 in.

$dmayor := 0.5 \cdot 25.4$

$dmayor = 12.7$ mm

$dmenor := 0.435 \cdot 25.4$

$dmenor = 11.049$ mm

$At := 0.16 \cdot 25.4^2$

$At = 103.226$ mm^2 Área de esfuerzo a tensión

Propiedades del perno

$Sy := 330$	MPa	Tabla 14-7 Norton pág. 915 bajo o medio carbono	
$Su := 420$	MPa		
$E := 207000$	MPa	Perno de acero	Norton Tabla C-1 pág. 994

4.3.7.1 Calculo de Fuerzas y momentos

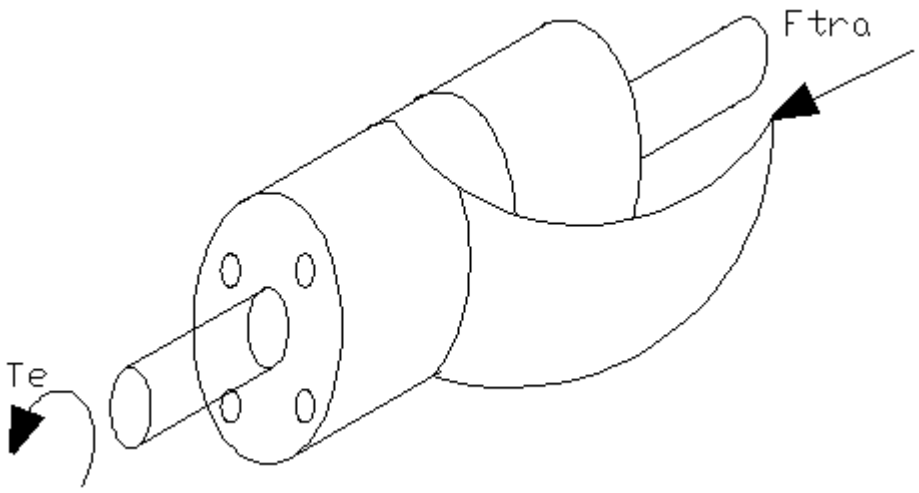


Figura 4.61 Esquema de la uña y sujetadores

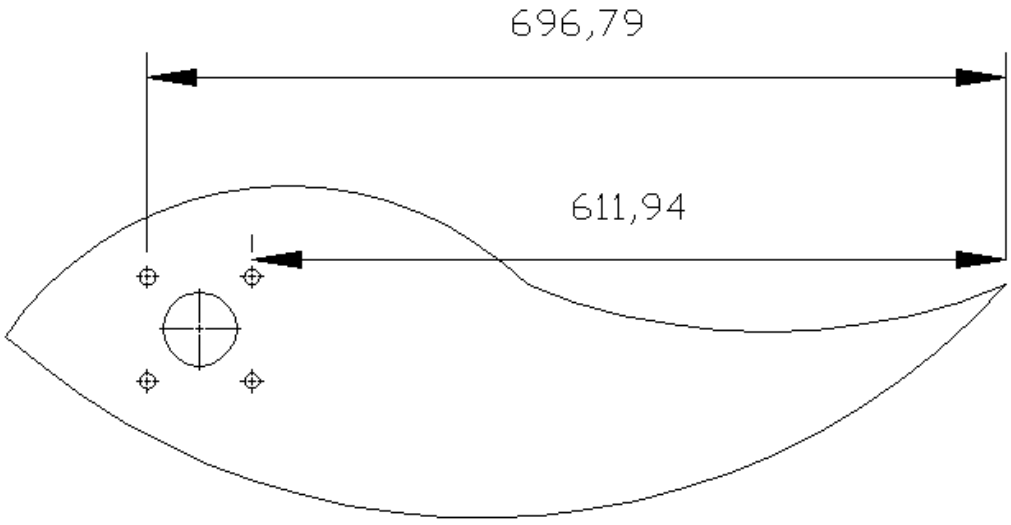


Figura 4.62 Esquema de la uña y la distancia a los pernos

Momentos que ejerce la fuerza transversal de 138 N

$Ftra := 138$ N

$d1 := 696.79$ mm

$d2 := 611.94$ mm

Distancias a los pernos

$M1 := Ftra \cdot d1$

$M1 = 9.616 \times 10^4$ Nmm

Momento que actúa sobre los pernos más alejados de la aplicación de la fuerza transversal

$M2 := Ftra \cdot d2$

$M2 = 8.445 \times 10^4$ Nmm

$$Ft1 := \frac{M1 \cdot d1}{\left(d1^2 + d2^2 + d1^2 + d2^2\right)}$$

Teoría de juntas empernadas

$Ft1 = 38.955$ N

$$Ft2 := \frac{M2 \cdot d2}{\left(d1^2 + d2^2 + d1^2 + d2^2\right)}$$

$Ft2 = 30.045$ N

$\sigma t := \frac{Ft1}{At}$

$\sigma t = 0.377$ MPa Esfuerzo a tensión que soporta el perno

V1 = V2 = V3 = V4

V1 + V2 + V3 + V4 = F

4Vmax = F

$Te := \frac{7300 \cdot 150}{2}$

El torque Te se lo calcula con la fuerza de 7300N que ejerce el pistón para mover las uñas, por la distancia de aplicación de 150 mm, a esta la dividimos para 2 porque son dos pistones

$Te = 5.475 \times 10^5$ Nmm Torque ejerció sobre el eje

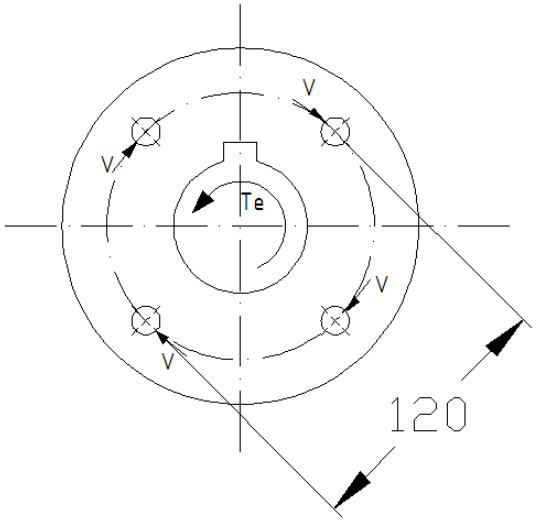


Figura 4.63 Sección transversal distancia entre pernos y la Fuerza V

$Dpernos := \frac{120}{2}$ Distancia de separación entre los pernos

El torque Te es la acción del pistón sobre eje y este a su vez sobre el sujetador que debe equilibrarse estáticamente con los 4 torques producidos por las fuerzas V de los cuarto pernos

Te = 4Vmax x distancia

Para obtener el cortante Vmax usamos el concepto de momento, el torque Te se transmite a los pernos

$$Vmax := \frac{Te}{4Dpernos}$$

Al cortante máximo de lo divide para 4 para obtener el cortante aplicado en cada perno

$Vmax = 2.281 \times 10^3$ N

Cortante máximo que soporta cada perno

$$Acorte := \frac{dmenor^2 \cdot \pi}{4}$$

Área de corte

$Acorte = 95.882$ mm^2

$$\tau t := \frac{Vmax}{Acorte}$$

Esfuerzo cortante que soporta el perno

$\tau t = 23.792$ MPa

Teoría del esfuerzo cortante máximo

$$\sigma eq := \sqrt{\sigma t^2 + 4\tau t^2}$$

$\sigma eq = 47.586$ MPa

4.3.7.2 Diseño de perno a fatiga

$\sigma eqmax := 47.586$ MPa Esfuerzo máximo que soporta el perno

$\sigma eqmin := 0$ MPa

$\sigma eqm := \frac{\sigma eqmax + \sigma eqmin}{2}$ Esfuerzo medio para fatiga

$\sigma eqm = 23.793$ MPa

$\sigma eqa := \frac{\sigma eqmax - \sigma eqmin}{2}$ Esfuerzo alternante para fatiga

$\sigma eqa = 23.793$ MPa

Factores de concentración de esfuerzos a la fatiga para pernos Norton tabla 14-8

$kt := 1$ por ser material dúctil kt = 1

$\sigma eqm' := kt \cdot \sigma eqm$

$\sigma eqm' = 23.793$ MPa

$kf := 2.2$ Norton 924 tabla 14-8 por ser pernos rolados

$\sigma eqa' := kf \cdot \sigma eqm$

$\sigma eqa' = 52.345$ MPa

APLICANDO GOODMAN

$Se' := 0.5 \cdot Su$ Limite de resistencia a la fatiga Se' para acero

$Se' = 210$ MPa

Factor de modificación de carga

Debido a que se encuentra a flexión se tiene*:*

$Ccarga := 0.7$ NORTON Ec 6.7a pág. 376

Factor de modificación de tamaño

Para un diámetro entre: 8 mm y 250 mm se tiene que:

$Ctamaño := 1.189 \cdot (dmenor)^{-0.097}$

$Ctamaño = 0.942$ NORTON Ec 6.7b pág. 376

Coeficientes para la ecuación de factor de superficie

$As := 57.7$ NORTON Ec 6.3 pág. 378 Rolado en caliente

$bs := -0.718$

$Csuperficie := As \cdot Sy^{bs}$

$Csuperficie = 0.897$

$Se := Se' \cdot Ccarga \cdot Ctamaño \cdot Csuperficie$

$Se = 124.217$ MPa

$Su = 420$ MPa

$$FSf := \frac{Su}{\left(\sigma eqm' + \sigma eqa' \cdot \frac{Su}{Se}\right)}$$ Criterio de GOODMAN

$FSf = 2.092$

Como se puede observar el factor de seguridad del perno es bastante conservador por tanto se asegura que este no falla a fatiga.

4.3.7.3 Diseño por Aplastamiento

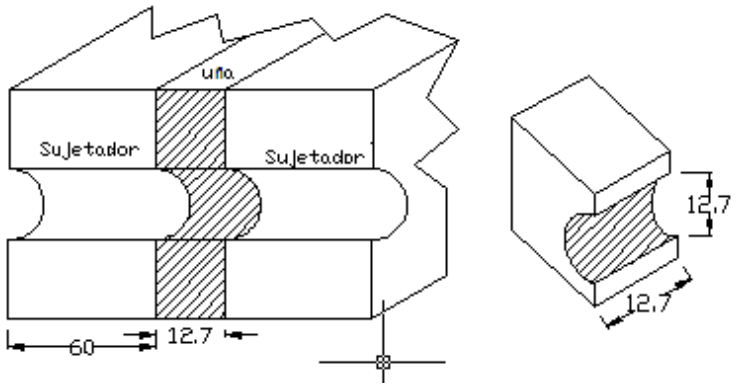


Figura 4.64 Esquema de la sección de aplastamiento del perno sujetador

El perno falla por aplastamiento en la sección de menor área, es decir en el zona de la uña

Aproy = dperno*sujetador

$$Aproy := 12.7 \cdot 12.7$$

$$\sigma b := \frac{Vmax}{Aproy}$$ Esfuerzo de aplastamiento

$\sigma b = 14.144$ MPa

$$fsa := \frac{0.5Sy}{\sigma b}$$

$fsa = 11.666$ Factor de seguridad

El perno no falla por aplastamiento, el diseño más crítico es por fatiga

4.3.8 DISEÑO DEL SUJETADOR DE LA UÑA

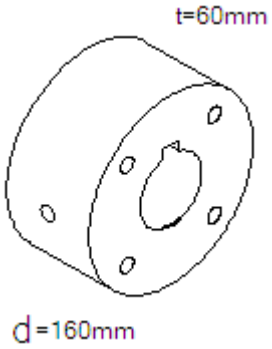


Figura 4.65 esquema del sujetador de la uña

Material para diseño del sujetador de la uña

Propiedades físicas del Acero SAE 1020

$\sigma fls := 207$ MPa Resistencia admisible de la placa

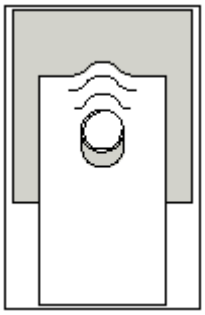
$\sigma us := 379$ MPa Norton tabla C-9 apéndice A pág. 998

4.3.8.1Diseño por aplastamiento del sujetador

$Vmax = 2.281 \times 10^3$ N

$Fpasador := Vmax$

$Fpasador = 2.281 \times 10^3$ N



$$\frac{F}{Dt} <= \frac{\sigma_{adm}}{n}$$

$t := 60$ mm Espesor del sujetador

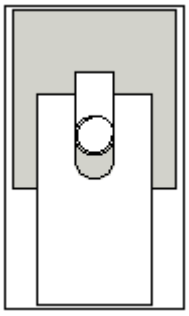
$D := 12.7$ mm Diámetro exterior del perno

$$FSapla := \frac{\sigma fls \cdot D \cdot t}{Fpasador}$$

$FSapla = 69.144$ Factor de seguridad

Se justifica el factor de seguridad alto ya que el espesor de 60 mm del sujetador es necesario para evitar que la una tenga una deflexión crítica.

4.3.8.2 Corte lateral del sujetador



$$\tau = \frac{F/2}{et} <= \frac{\sigma_{adm}}{2n}$$

$t1 := 60$	mm	Espesor del sujetador
$ed := 14.14$	mm	Separación del centro del agujero al borde del separador

$$FScorte := \frac{\sigma fls \cdot ed \cdot t1}{\frac{Fpasador \cdot 2}{2}}$$

$FScorte = 76.984$	Factor de seguridad

Se justifica el factor de seguridad alto en el corte lateral, ya que el espesor de 60 mm del sujetador, es necesario para evitar que la uña falle a deflexión