

CLASE 2.

Objetivos:

- Conocer los métodos de cálculo de capacidad de carga y duración de las transmisiones por correas trapeciales.

Contenidos:

- 1- Esfuerzo en las correas en las correas trapeciales.
- 2- Otros parámetros geométricos. (Autoestudio).
- 3- Criterios de cálculo:
 - Capacidad tractiva.
 - Duración.

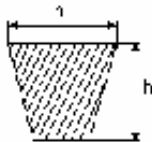
Bibliografía.

Elementos de Máquinas. Dobrovolski
 Elementos de Máquinas. Reshetov.
 Atlas de Diseño. Reshetov
 Material Complementario del Tema de Correas. (Mecaweb)

Introducción

En la clase 2 se abordará el estudio de los criterios de cálculo de las transmisiones por correas, estos dos criterios son capacidad de trabajo y duración. Se trabajará el tipo de correa trapecial normal y estrecha. A continuación se profundizará en la caracterización de estos dos perfiles.

Características geométricas de los perfiles trapeciales.



Perfiles Normal	b [mm]	h [mm]	A [mm ²]	Perfiles Estrecho	b [mm]	h [mm]	A [mm ²]
Z	10	6	48	SPZ	9,7	8	56
A	13	8	81	SPA	12,7	10	103
B	17	11	138	SPB	16,3	13	159
C	22	14	230	SPC	22	18	265
D	32	20	476	-	-	-	-

Como fue estudiado las correas trapeciales de perfil normal se diferencia de las de perfil estrecho en la relación **b/h**. Para el caso de las normales $b/h=1.6$ y las estrechas $b/h=1.2$. Comparando dos correas de diferente tipo de perfil, por ejemplo A con SPA, el ancho superior de ambas es aproximado, pero el perfil estrecho es más alto, esta diferencia influye determinantemente en la capacidad tractiva. Se puede afirmar que la correa estrecha es de mayor capacidad por su geometría, aportándole una mayor área de contacto, y además

por el actual mejoramiento de los materiales que se emplean en su construcción. Debe señalarse que al tener mayor altura aumentan los esfuerzos de flexión al doblarse, en comparación con las correas de perfil normal, por lo que los diámetros mínimos recomendados para correas estrechas son mayores y también los esfuerzos de flexión.

1. Esfuerzos en las correas.

Las transmisiones por correas durante su funcionamiento soportan esfuerzos variables. En la figura 9 se observa la distribución de los esfuerzos en la correa.

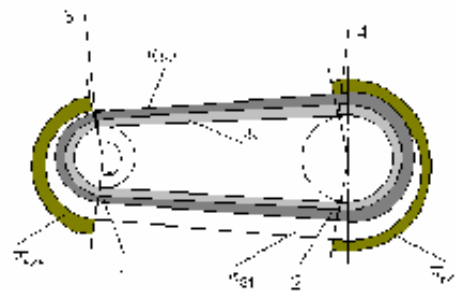


Fig 9 Esfuerzos que actúan en la transmisión

Los esfuerzos se generan por diferentes causas para correas trapeciales, a continuación son descritos:

- Debido al Tensado Inicial: $\sigma_o = \frac{S_o}{A}$
- Debido a la Fuerza Periférica: $\sigma_F = \frac{N \cdot f_s}{2 \cdot Z \cdot A}$
- Debido a la Fuerza Centrífuga: $\sigma_v = \frac{\gamma \cdot v^2}{10^3}$
- Debido a la Flexión: $\sigma_{flex} = E_{flex} \frac{2 \cdot h_o}{d_1}$

Esfuerzo total actuando en la correa en el punto mas cargado

$$\sigma = \sigma_o + \sigma_F + \sigma_v + \sigma_{flex}$$

Los parámetros de estas ecuaciones son:

- γ → Peso específico de la correa. Su valor aproximado es 12.7 N/dm³
- E_{flex} → Modulo de elasticidad a la flexión. Su valor oscila entre 80 y 120 MPa.
- h_o → Altura desde la línea neutra a la capa superior de la correa (mm).

Un análisis de los esfuerzos en cada punto, tomando como base la figura 9, permite obtener lo siguiente:

Punto 1

$$\sigma_1 = \sigma_0 + \sigma_F + \sigma_v + \sigma_{flex1}$$

Punto 2

$$\sigma_2 = \sigma_0 + \sigma_F + \sigma_v + \sigma_{flex2}$$

Punto 3

$$\sigma_3 = \sigma_{S2} + \sigma_v + \sigma_{flex1}$$

Punto 4

$$\sigma_4 = \sigma_{S2} + \sigma_v + \sigma_{flex2}$$

Los puntos 1 y 2 pertenecen al ramal más cargado de la transmisión y soportan, como todos los puntos de la correa, los esfuerzos debido a la fuerza centrífuga (constante en toda la correa), pero además en ellos actúan los mayores esfuerzos de flexión. En particular en la polea menor es máximo el esfuerzo de flexión. El esfuerzo mayor generalmente es producido por la tensión $S_1 = S_0 + F/2$. Por todo esto se puede concluir que el punto más cargado es el 1. Los puntos 3 y 4 se encuentran en el ramal menos cargado y el esfuerzo producto de la tensión se

calcula como $\sigma_{S2} = \frac{S_2}{A}$, recordando que $S_2 = S_0 - F/2$.

2. Criterios de cálculo.

Debido a la variación de los esfuerzos en la correa, durante el funcionamiento de la transmisión, la rotura por fatiga es el deterioro principal que se produce en la correa.

Teniendo en cuenta lo anterior, se puede definir que los cálculos fundamentales que se realizan en las transmisiones por correas son los de **capacidad tractiva**, que determina la fiabilidad de adherencia entre la correa y la polea; y el **cálculo de duración**, que depende en condiciones normales de explotación de la resistencia a la fatiga. El objetivo del cálculo es obtener el perfil de las correas y la cantidad de ellas necesarias para transmitir la carga con una duración adecuada. Conjuntamente con el perfil de la correa, se determinan las dimensiones de los principales elementos de la transmisión, tales como la distancia entre centros a , los ángulos de contacto α , y la longitud de la correa L . Con la geometría preliminar se realiza el cálculo de duración de la transmisión.

3 Cálculo de capacidad tractiva.

El cálculo de capacidad tractiva tiene como objetivo, encontrar una transmisión que cumpla con las condiciones exigidas de carga, determinando el perfil de correa necesario y la cantidad de correas, en caso que no se pueda transmitir toda la potencia con una sola.

La base del cálculo está en determinar una potencia de diseño que se compara con las condiciones de trabajo de la transmisión. Esto se expresa en la condición:

$$N_D \leq [N]$$

Donde:

$N_D \rightarrow$ Potencia de diseño. [Kw]

$[N] \rightarrow$ Potencia admisible. [Kw]

Potencia de diseño

$$N_D = N_E \cdot f_s$$

Donde:

$N_E \rightarrow$ Potencia de entrada a la transmisión.

$f_s \rightarrow$ Factor de servicio.

El valor del factor de servicio depende del carácter de la carga y del tipo de máquina, se emplea para simular las condiciones de trabajo del accionamiento en la actividad de diseño. En los catálogos generalmente el factor $f_s \geq 1$ y en algunos libros, como en el libro de texto Dobrovolski-Elementos de Máquinas es definido como un factor de régimen de carga C_r , correspondiendo el factor de servicio como el inverso del factor de régimen de carga $f_s = 1/C_r$.

Potencia admisible.

La potencia admisible se calcula como:

$$[N] = z(N_c + N_{ad})C_\alpha C_L$$

Donde:

$z \rightarrow$ Número de correas.

$N_c \rightarrow$ Potencia de catálogo.

Es la potencia que aparece en las tablas de los catálogos, para una sola correa y es declarada por el fabricante para cada perfil, se obtiene en ensayos con $u=1$, $L=L_0$ y $\alpha=180^\circ$.

$N_{ad} \rightarrow$ Potencia adicional.

Cuando la relación de transmisión es mayor que 1, los fabricantes recomiendan incrementar la potencia a transmitir en un pequeño porcentaje, debido a que disminuyen los esfuerzos de flexión, comparado con los que se producen en el ensayo para $u=1$.

$C_\alpha \rightarrow$ Factor por ángulo de contacto.

Este factor tiene en cuenta el incremento de capacidad de carga que tiene una transmisión por correas para ángulos de contacto mayor de 180° , y el decrecimiento de esta para ángulos menores.

$$C_\alpha = 0.55 + 0.0025\alpha_1$$

$\alpha_1 \rightarrow$ Angulo de contacto más pequeño.

C_L → Factor por corrección en longitud.

Este factor tiene en cuenta el incremento de la capacidad de trabajo para transmisiones que trabajan con longitudes de correa mayores que L_0 y viceversa.

$$C_L = \sqrt[6]{\frac{L}{L_0}}$$

L → Longitud real de la correa.

L_0 → Longitud para el ensayo. (Catálogo)

La relación $N_D \leq [N]$ se emplea cuando se quiere comprobar las condiciones de carga de una transmisión. En cambio, cuando se desea diseñar la transmisión, se despeja el número de correas y se obtiene la ecuación fundamental del cálculo de capacidad de carga de una transmisión por correas.

$$z = \frac{N_E \cdot f_s}{(N_c + N_{ad}) c_\alpha c_L}$$

A continuación se brindan las tablas necesarias para efectuar los cálculos.

Tabla 3 - Factor de servicio f_s .

Máquina Movida	Máquina Motriz					
	Motor eléctrico sincrónico. Motor de combustión interna multicilindro. Turbinas.			Motor eléctrico de alto par. Motor de combustión interna monocilindro.		
	8 h/día	16 h/día	24 h/día	8 h/día	16 h/día	24 h/día
Carga ligera Agitadores de líquidos. Bombas y compresores centrífugos. Transportadores de banda. Ventiladores. Máquinas herramientas de corte continuo.	1.0	1.1	1.2	1.1	1.2	1.3
Carga normal Bombas y compresores de 3 y más cilindros. Transportadores de cadena. Fresadoras.	1.1	1.2	1.3	1.2	1.3	1.4
Carga pesada Bombas y compresores de uno y dos cilindros. Elevadores de cangilones. Cepilladoras y mortajadoras.	1.2	1.3	1.4	1.4	1.5	1.6
Carga muy pesada Mecanismos de elevación de grúas. Prensas. Cizallas.	1.3	1.4	1.5	1.5	1.6	1.8

Potencia Unitaria. (Nc) (Perfil estrecho).

Tabla 4- Potencia Unitaria Nc. Perfil SPZ (Lo = 1600mm)

Frecuencia de rotación en la polea rápida n1 (rpm)	Diámetro de la polea menor d1 (mm)				
	63	80	95	125	150
200	0.18	0.30	0.40	0.61	0.78
900	0.6	1.09	1.52	2.35	3.02
1200	0.75	1.39	1.94	3.02	3.89
1400	0.85	1.58	2.21	3.44	4.44
1800	1.02	1.94	2.72	4.25	5.47

Tabla 5 - Potencia Unitaria Nc. Perfil SPA (Lo = 2500mm)

Frecuencia de rotación en la polea rápida n1 (rpm)	Diámetro de la polea menor d1 (mm)				
	90	112	132	180	280
200	0.42	0.67	0.90	1.44	2.54
900	1.42	2.45	3.37	5.52	9.75
1200	1.77	3.10	4.29	7.05	12.36
1400	1.98	3.51	4.87	8.00	13.93
1800	2.37	4.27	5.95	9.76	16.58

Tabla 6- Potencia Unitaria Nc. Perfil SPB (Lo = 3550mm)

Frecuencia de rotación en la polea rápida n1 (rpm)	Diámetro de la polea menor d1 (mm)				
	140	160	200	250	375
100	0.66	0.85	1.23	1.69	2.84
900	4.23	5.69	8.54	12.0	20.06
1200	5.29	7.17	10.81	15.16	24.89
1400	5.94	8.07	12.20	17.05	27.51
1800	7.08	9.69	14.64	20.27	31.04

Tabla 7- Potencia Unitaria Nc. Perfil SPC (Lo = 5600mm)

Frecuencia de rotación en la polea rápida n1 (rpm)	Diámetro de la polea menor d1 (mm)				
	224	280	335	450	630
100	1.99	2.94	3.86	5.76	8.67
900	12.74	19.73	26.31	39.03	55.63
1200	15.7	24.44	32.41	46.9	62.33
1400	17.41	27.05	35.65	50.34	62.10
1800	19.99	30.88	39.85	51.98	-

Potencia Adicional. (Nad). (Perfil estrecho).

Tabla 8- Potencia Adicional Nad. Perfil SPZ

Frecuencia de rotación en la polea rápida n1 (rpm)	Razón de transmisión u			
	1.01....1.05	1.06....1.26	1.27....1.57	Mayor que 1.57
200	0	0.02	0.03	0.03
900	0.01	0.08	0.12	0.15
1200	0.02	0.11	0.16	0.19
1400	0.02	0.13	0.18	0.23
1800	0.03	0.17	0.24	0.29

Tabla 9- Potencia Adicional Nad. Perfil SPA

Frecuencia de rotación en la polea rápida n1 (rpm)	Razón de transmisión u			
	1.01....1.05	1.06....1.26	1.27....1.57	Mayor que 1.57
200	0.01	0.07	0.10	0.12
900	0.03	0.20	0.29	0.37
1200	0.04	0.27	0.38	0.49
1400	0.05	0.31	0.44	0.58
1800	0.06	0.40	0.57	0.74

Tabla 10- Potencia Adicional Nad. Perfil SPB

Frecuencia de rotación en la polea rápida n1 (rpm)	Razón de transmisión u			
	1.01....1.05	1.06....1.26	1.27....1.57	Mayor que 1.57
100	0.01	0.05	0.07	0.09
900	0.06	0.42	0.59	0.77
1200	0.09	0.56	0.79	1.03
1400	0.10	0.65	0.92	1.20
1800	0.13	0.84	1.19	1.54

Tabla 11- Potencia Adicional Nad. Perfil SPC

Frecuencia de rotación en la polea rápida n1 (rpm)	Razón de transmisión u			
	1.01....1.05	1.06....1.26	1.27....1.57	Mayor que 1.57
100	0.02	0.14	0.20	0.26
900	0.19	1.26	1.78	2.31
1200	0.26	1.67	2.38	3.09
1400	0.30	1.95	2.77	3.60
1800	0.39	2.51	3.57	4.63

Potencia Unitaria. (Nc) (Perfil normal).

Tabla 12- Potencia Unitaria Nc. Perfil Z (Lo = 1450mm)

Frecuencia de rotación en la polea rápida n1 (rpm)	Diámetro de la polea menor d1 (mm)				
	40	55	70	85	110
200	0.03	0.07	0.11	0.15	0.22
950	0.10	0.27	0.44	0.61	0.88
1200	0.11	0.33	0.61	0.74	1.07
1400	0.12	0.37	0.61	0.85	1.22
1800	0.14	0.45	0.75	1.04	1.50

Tabla 13- Potencia Unitaria Nc. Perfil A (Lo = 1675mm)

Frecuencia de rotación en la polea rápida n1 (rpm)	Diámetro de la polea menor d1 (mm)				
	70	100	125	150	190
200	0.16	0.67	0.90	1.44	2.54
950	0.53	1.12	1.59	2.05	2.75
1200	0.63	1.35	1.92	2.47	3.30
1400	0.69	1.51	2.16	2.78	3.70
1800	0.81	1.82	2.60	3.33	4.38

Tabla 14- Potencia Unitaria Nc. Perfil B (Lo = 2285mm)

Frecuencia de rotación en la polea rápida n1 (rpm)	Diámetro de la polea menor d1 (mm)				
	95	125	150	200	250
100	0.19	0.31	0.41	0.60	0.79
900	1.07	1.93	2.63	3.96	5.22
1200	1.30	2.40	3.28	4.94	6.46
1400	1.43	2.68	3.67	5.51	7.15
1800	1.66	3.18	4.73	6.64	8.34

Tabla 15- Potencia Unitaria Nc. Perfil C (Lo = 3660mm)

Frecuencia de rotación en la polea rápida n1 (rpm)	Diámetro de la polea menor d1 (mm)				
	170	250	300	350	430
100	0.69	1.28	1.64	1.99	2.55
900	3.86	7.89	10.22	12.38	15.49
1200	4.64	9.57	12.27	14.65	17.69
1400	5.06	10.43	13.24	15.56	18.11
1800	5.63	11.48	14.07	15.68	-

Potencia Adicional. (Nad) (Perfil normal)

Tabla 16- Potencia Adicional Nad Perfil Z

Frecuencia de rotación en la polea rápida n1 (rpm)	Razón de transmisión u			
	1.01....1.05	1.06....1.26	1.27....1.57	Mayor que 1.57
200	0	0.01	0.01	0.01
950	0.01	0.03	0.04	0.05
1200	0.01	0.03	0.04	0.05
1400	0.01	0.03	0.04	0.06
1800	0.01	0.06	0.07	0.09

Tabla 17- Potencia Adicional Nad Perfil A

Frecuencia de rotación en la polea rápida n1 (rpm)	Razón de transmisión u			
	1.01....1.05	1.06....1.26	1.27....1.57	Mayor que 1.57
200	0.00	0.02	0.02	0.03
950	0.01	0.08	0.10	0.13
1200	0.02	0.09	0.13	0.17
1400	0.02	0.11	0.15	0.19
1800	0.03	0.14	0.19	0.25

Tabla 18- Potencia Adicional Nad Perfil B

Frecuencia de rotación en la polea rápida n1 (rpm)	Razón de transmisión u			
	1.01....1.05	1.06....1.26	1.27....1.57	Mayor que 1.57
100	0	0.02	0.03	0.04
900	0.04	0.18	0.25	0.32
1200	0.05	0.25	0.34	0.43
1400	0.05	0.29	0.39	0.50
1800	0.07	0.37	0.50	0.65

Tabla 19- Potencia Adicional Nad Perfil C

Frecuencia de rotación en la polea rápida n1 (rpm)	Razón de transmisión u			
	1.01....1.05	1.06....1.26	1.27....1.57	Mayor que 1.57
100	0.01	0.06	0.08	0.10
900	0.10	0.51	0.70	0.90
1200	0.13	0.69	0.94	1.20
1400	0.15	0.80	1.09	1.40
1800	0.2	1.03	1.40	1.80

4. Cálculo de durabilidad.

El cálculo de duración de la correa depende de muchos factores, de manera que realizar un cálculo real y objetivo de las horas que trabajará la correa sin deteriorarse no es posible. Son varios los factores que influyen es la duración de las correas, como pueden ser las condiciones de almacenamiento y de trabajo, la contaminación con grasa y agua, la rugosidad superficial de las ranuras y alineación de las poleas, vibraciones, tensiones y temperaturas entre otros.

Los datos que se tienen de las investigaciones, permiten sólo aproximarse a una valoración por separado de la influencia de los esfuerzos que cambian cíclicamente y del calentamiento de la correa durante su trabajo. Se conoce que la vida útil de las correas trapeciales es directamente proporcional a $d^{5.35}$ e inversamente proporcional a $S_1^{4.12}$ y a la temperatura t^3 .

Para una duración adecuada de la transmisión pueden ser dadas a algunas recomendaciones de diseño:

- Adoptar diámetros de poleas los mayores posibles y siempre superiores a los diámetros mínimos declarados por los fabricantes.
- Trabajar con ciclos de carga (flexiones/segundo) menores que los máximos admisibles
- Temperaturas en la correas menores de 60°C.

Para abordar el cálculo de duración se toma como referencia los esfuerzos en las correas. Los mayores cambios en los valores de los esfuerzos se producen durante la flexión de la correa al abrazar las poleas y en el paso por el ramal de carga, por lo que durante un ciclo completo los esfuerzos varían en la correa tantas veces como poleas y rodillos tenga la transmisión. En la correa que pasa por varias poleas se acumulan los deterioros por fatiga, que en definitiva esta muy vinculado con su rotura, para calcular su duración se parte de los esfuerzos máximos que surgen en la correa al abrazar la polea más pequeña en el ramal de carga.

La expresión general recomendada por Dobrovolski es:

$$\sigma_{max}^m = 3600i_f H = \sigma_{fat}^m N_b$$

De aquí la duración de la correa será:

$$H = \frac{N_b}{3600i_f} \left(\frac{\sigma_{fat}}{\sigma_{max}} \right)^m \text{ [horas]}$$

Donde:

H → Duración en horas.

N_b → Número de ciclos básicos para el deterioro.

$N_b=10^7$ → Correas trapeciales normales.

$N_b=10^9$ → Correas trapeciales estrechas.

$i_f \rightarrow$ Ciclos de flexión por segundo.

$$i_f = 1000 \cdot c \frac{v}{L}$$

$c \rightarrow$ Número de poleas.

Se debe cumplir que: $i_f \leq [i_f]$

$[i_f] = 30 \text{ s}^{-1} \rightarrow$ Correas trapeciales normales.

$[i_f] = 60 \text{ s}^{-1} \rightarrow$ Correas trapeciales estrechas.

$\sigma_{fat} \rightarrow$ Esfuerzo límite de fatiga.

$\sigma_{fat} = 6 \text{ MPa}$ Correas planas.

$\sigma_{fat} = 9 \text{ MPa}$ Correas trapeciales normales.

$\sigma_{fat} = 12 \text{ MPa}$ Correas trapeciales estrechas.

$m \rightarrow$ Exponente de la curva de fatiga.

$m = 5 \dots 6$ Correas planas

$m = 6 \dots 11 \rightarrow$ Correas trapeciales.

$\sigma_{max} \rightarrow$ Esfuerzo máximo en la correa [MPa].

Las expresiones anteriores responden a un cálculo teórico, de lo que se supone suceda en la correa durante su funcionamiento, siendo este cálculo el que usualmente se emplea en los libros de texto. Los fabricantes, a partir de ensayos que realizan a las correas que producen, se acercan un poco más a la realidad, brindando expresiones que son resultados de estos ensayos. Como otra forma de realizar el cálculo de duración de las correas, se abordará a continuación el cálculo de durabilidad propuesto por *Good Year* en sus catálogos a partir de la expresión:

$$H = 1477 \frac{L^{1.25}}{v} \left(\frac{T_F^m}{T_1^m + T_2^m} \right) \text{ (horas)}$$

donde:

$T_F \rightarrow$ Fuerza límite por fatiga (N).

$T_1, T_2 \rightarrow$ Fuerzas en la correa (N).

$$T_i = S_0 + 500 \frac{N_D}{vZ} + T_{FC} + T_{Flex_i} \text{ (N)}$$

$T_{FC} \rightarrow$ tensión por fuerza centrífuga (N).

$$T_{FC} = \rho v^2 \text{ (N)}$$

$\rho \rightarrow$ masa por metro de correa [Kg/m]

$T_{Flex_i} \rightarrow$ Fuerza por flexión en la correa (N).

$$T_{Flex_i} = 588.85 \frac{C_b}{d_i^{1.5}} \text{ (N)}$$

$C_b \rightarrow$ Coeficiente de flexión

El cálculo de duración parte de la misma base, considerar a la rotura por fatiga el deterioro fundamental en el fallo de la correa. El procedimiento de *Good Year* es semejante al procedimiento de Dobrovolski, pero realiza el cálculo teniendo en cuenta las fuerzas y no los esfuerzos. En la Tabla 20 se dan los valores de los coeficientes empleados en el procedimiento de *Good Year*.

Tabla 20- Coeficientes para cálculo de duración.

Perfil de la correa	ρ [kg/m]	Coeficientes		T_F [N]
		C_B Flexión normal	C_B Flexión inversa	
SPZ	0.07	563	732	474
SPA	0.12	2105	4320	858
SPB	0.19	4659	8926	1242
SPC	0.36	6304	12077	1680
A	0.11	399	479	418
B	0.20	1701	1943	727
C	0.33	5069	8926	1288
D	0.68	21561	25873	2664

La duración de la transmisión se toma sólo como un valor de referencia y siempre que supere la duración mínima recomendada ($H_{min} = 400 - 1500$ horas) será aceptable.

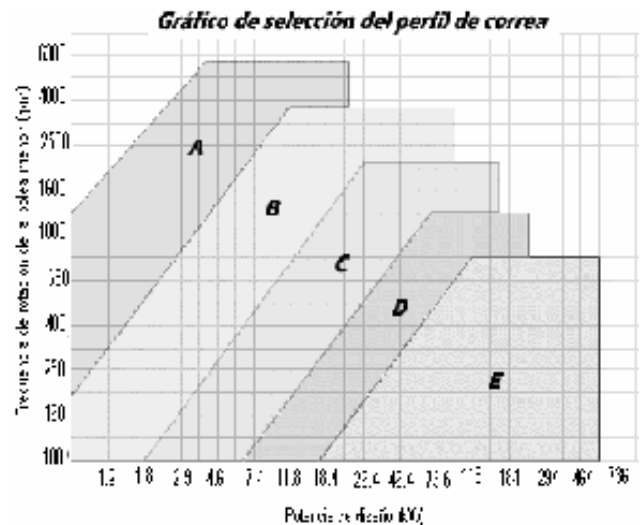
5. Propuesta de metodología para el diseño de transmisiones por correas trapeciales.

Se expondrá a continuación una propuesta de metodología de cálculo de correas trapeciales estrechas a partir de los datos y consideraciones frecuentes en catálogos técnicos.

Para realizar un diseño de una transmisión por correas, se parte de determinados datos, como pueden ser los datos de potencia y frecuencia de rotación en la polea menor (N, n1), y los que demandan las poleas movidas, etc.

1- Selección del perfil de la correa.

En los catálogos aparece un nomograma, que se puede emplear para recomendar el perfil que debe ser empleado en la transmisión a diseñar.



Al nomograma anterior se debe entrar con la potencia de diseño ($N_D = N_E f_s$) y la frecuencia de rotación de la polea menor, definiéndose un punto en una zona del nomograma donde se puede decidir el perfil a emplear. A falta del nomograma puede ser empleada la siguiente tabla.

Tabla 21- Selección de perfiles estrechos.

(n ₁) rpm	N _D [kW]							
	2	4	8	16	32	64	128	256
4000	SPZ	SPZ	SPZ	SPZ	SPZ SPA	SPA	-	-
2000	SPZ	SPZ	SPZ	SPZ	SPZ SPA	SPA SPB	SPB	-
1500	SPZ	SPZ	SPZ	SPZ	SPZ SPA	SPA SPB	SPB SPC	SPC
500	SPZ	SPZ	SPZ SPA	SPA	SPA SPB	SPB	SPB SPC	SPC
250	SPZ	SPZ SPA	SPA	SPA	SPB	SPB	SPC	SPC

2- Cálculo de los diámetros de las poleas.

Para d₁, se busca en el catálogo el diámetro mínimo recomendado para el perfil seleccionado. Una vez conocido el diámetro mínimo debe ser adoptado como diámetro primitivo en la polea menor de la transmisión uno mayor que el diámetro mínimo recomendado (d₁ ≥ d_{min}). El diámetro del resto de las poleas se calcula por la razón de transmisión.

Tabla 22 – Recomendación de diámetros primitivos mínimos de poleas.

Perfil	A	B	C	D	SPZ	SPA	SPB	SPC
d _{min} (mm)	76	137	229	330	71	100	160	250

3- Cálculo de la velocidad periférica.

Se debe comprobar que la velocidad de las correas no supere los límites permisibles para cada tipo de correa. Para las estrechas el límite oscila entre 35 y 45 m/s y para las normales entre 25 y 30 m/s.

4- Cálculos geométricos.

Distancia entre centros.

La distancia entre centros debe estar entre un valor mínimo que no permita que las poleas rocen y un valor máximo. Estas distancias de referencia se calculan como:

$$a_{\min} \leq a_w \leq a_{\max}$$

$$a_{\min} = (0.7 \dots 0.8)(d_1 + d_2)$$

$$a_{\max} = 2(d_1 + d_2)$$

Longitud de la correa.

La longitud de la correa está en función de la disposición geométrica de la transmisión. Puede ser calculada por las expresiones recomendadas en las tablas del libro de texto Dobrovolski-Elementos de Máquinas. En el caso de transmisiones de 2 poleas pueden ser empleadas las siguientes fórmulas.

Para una transmisión por correa abierta y dos poleas:

$$L_o \approx 2 \cdot a_o + 1,57 \cdot (d_2 + d_1) + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4 \cdot a_o} \quad (\text{mm})$$

Para una transmisión por correa cruzada y dos poleas:

$$L_o \approx 2 \cdot a_o + 1,57 \cdot (d_2 + d_1) + \frac{(d_2 + d_1)^2}{4 \cdot a_o} \quad (\text{mm})$$

La longitud calculada en dependencia de la distancia entre centros tentativa se normaliza y se calcula la diferencia entre la longitud real y la normalizada. $\Delta L = L_n - L$

De manera que es necesario recalcular la distancia entre centros, llegando a la distancia de montaje real.

$$a_w = a_{tent} + \frac{\Delta L}{2}$$

Angulo de abrazo de la correa.

Para una transmisión abierta con dos poleas la expresión es:

$$\alpha_1 = 180 - \left(\frac{d_2 - d_1}{a_w} 60 \right)$$

Para otra disposición de la transmisión consultar la tabla del libro de texto Dobrovolski-Elementos de Máquinas.

5- Comprobación de los ciclos de flexión.

$$i_f = 1000 \cdot c \frac{v}{L_n}$$

v velocidad [m/s]

L_n Longitud de la correa [mm]

En este caso c es el número de poleas en la transmisión. Es necesario comprobar que las flexiones por segundo no sobrepasen la admisible. Para las normales el límite es 30 flexiones/s y para las estrechas el límite es 60 flexiones/s.

6- Cálculo del número de correas.

7- Cálculo del tensado inicial.

8- Cálculo de duración

Información para análisis de las transmisiones por correas con el sistema americano (según RMA).

Tabla - Dimensiones normalizadas de perfiles normales (Normas RMA, de E.U.A.)

Designación	A	B	C	D	E
b (pulg.)	1/2	21/32	7/8	1¼	1½
h (pulg.)	5/16	13/32	17/32	3/4	29/32
b (mm)	12.7	16.76	22.35	31.75	38.1
h (mm)	7.87	10.41	13.46	19.05	23.11

Tabla - Dimensiones normalizadas de perfiles estrechos en milímetros (Normas RMA de E.U.A.).

Designación	9N	15N	25N
b (mm)	9	15	25
h (mm)	8	13	23

Nota: El perfil 25N coincide con el perfil 8V. Los perfiles 9N y 15N son aproximados a los perfiles SPZ y SPB.

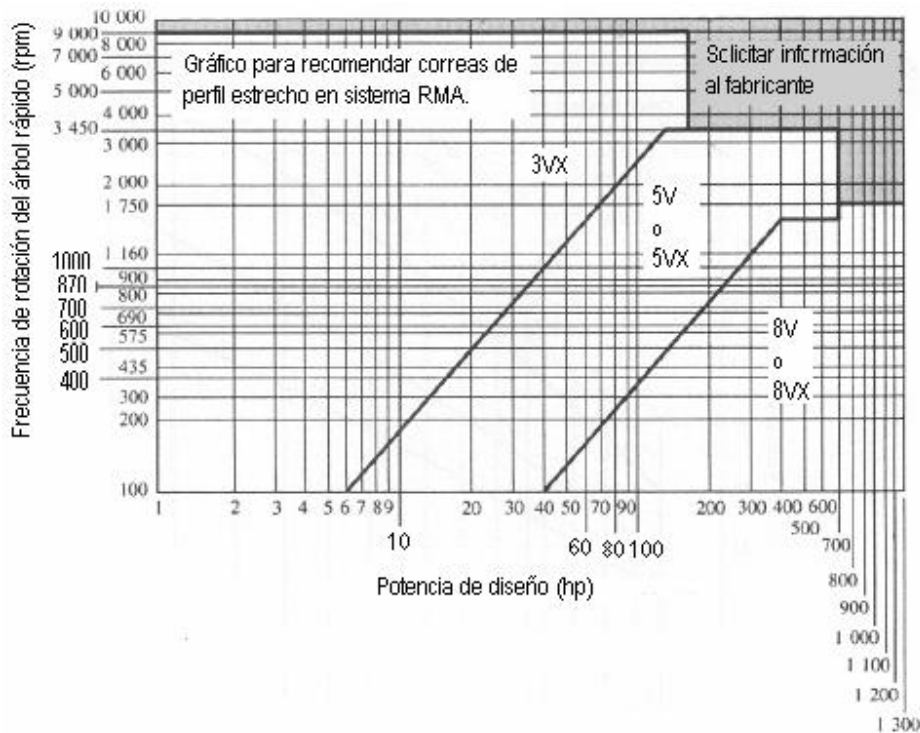
Tabla - Dimensiones normalizadas de perfiles estrechos (Normas RMA de E.U.A.)

Designación	3V	5V	8V
b (pulg.)	3/8	5/8	1
h (pulg.)	10/32	17/32	29/32

Nota: Los perfiles 3V y 5V coinciden aproximadamente con los perfiles SPZ y SPB.

Tabla - Dimensiones normalizadas de perfiles de correa trapecial para servicios ligeros (Light duty).

Designación	2L	3L	4L	5L
b (pulg.)	2/8	3/8	4/8	21/32
h (pulg.)	4/32	7/32	10/32	12/32
b / h	2	1.71	1.6	1.75



Aunque no existe una exacta coincidencia de las magnitudes de potencia nominal transmisible por correa entre los diferentes fabricantes y normas, en la actualidad ha tenido una gran aceptación y generalización la siguiente fórmula de cálculo, brindada por RMA para el cálculo de la referida potencia :

$$[N_1] = d_1 \cdot n' \cdot \left[k_1 - \frac{k_2}{d_1} - k_3 \cdot (d_1 \cdot n')^2 - k_4 \cdot \log_{10}(d_1 \cdot n') \right] + k_2 \cdot n' \cdot \left(1 - \frac{1}{K_u} \right)$$

Siendo:

$[N_1]$: Potencia transmisible por correa (kW).

d_1 : Diámetro de la polea menor (mm).

K_u : Factor por razón de transmisión.

$n' = \frac{n_1}{1000}$: Mil revoluciones por minuto en la polea rápida.

K_1, K_2, K_3 y k_4 : Factores empíricos (ver tablas 23 y 24).

Tabla 23 - Factores K_1, K_2, K_3 y k_4 en fórmula de potencia nominal transmisible por correa (perfil normal).

Perfil	k_1	k_2	k_3	k_4
A	0,03826	1,232	$7,043 \times 10^{-9}$	0,006244
B	0,06784	3,261	$1,403 \times 10^{-8}$	0,01074
C	0,1261	9,004	$2,653 \times 10^{-8}$	0,04270
D	0,2763	32,23	$6,301 \times 10^{-8}$	0,04270
AX	0,05848	1,482	$1,001 \times 10^{-8}$	0,01192
BX	0,08390	2,635	$1,410 \times 10^{-8}$	0,01684
CX	0,1317	4,965	$2,412 \times 10^{-8}$	0,02537

Tabla 24 - Factores de cálculo K_1, K_2, K_3 y k_4 en fórmula de potencia nominal transmisible por correa (perfil estrecho).

Perfil	k_1	k_2	k_3	k_4
SPZ	0,04261	1,420	$9,413 \times 10^{-9}$	0,005177
SPA	0,06474	2,852	$1,342 \times 10^{-8}$	0,007942
SPB	0,11480	7,549	$2,674 \times 10^{-8}$	0,01366
SPC	0,21388	20,843	$5,056 \times 10^{-8}$	0,02572
XPZ	0,04084	1,140	$6,943 \times 10^{-9}$	0,004679
XPB	0,1165	5,800	$1,660 \times 10^{-8}$	0,01271
3V	0,04261	1,420	$9,413 \times 10^{-9}$	0,005177
5V	0,11480	7,549	$2,674 \times 10^{-8}$	0,01366
8V	0,3025	36,78	$7,192 \times 10^{-8}$	0,03426
3VX	0,04084	1,140	$6,943 \times 10^{-9}$	0,004679
5VX	0,1165	5,800	$1,660 \times 10^{-8}$	0,01271

Para perfiles normales:

$$K_u = \frac{1}{1 + 0,35 \cdot \log_{10} \left(\frac{1 + 10^x}{2} \right)}$$

$$x = - \left(\frac{1}{0,35} \right) \cdot \left(1 - \frac{1}{u} \right)$$

Para perfiles estrechos:

$$K_u = \frac{1}{1 + 0,3846 \cdot \log_{10} \left(\frac{1 + 10^x}{2} \right)}$$

$$x = - \left(\frac{1}{0,3846} \right) \cdot \left(1 - \frac{1}{u} \right)$$

Tabla - Coeficientes para el cálculo de la vida útil según el método de GoodYear.

Perfil	ρ (Kg /m)	Factor C_b		T_{fat} (N)
		Flexión normal	Flexión inversa	
AX	0,08	294	353	308
BX	0,13	1266	1446	541
CX	0,23	3940	6938	1000
XPZ	0,06	470	611	396
XPA	0,11	1735	3324	707
XPB	0,18	3000	5748	800
XPC	0,34	5540	10110	1480
3V	0,06	470	611	396
5V	0,21	4659	8926	1242
8V	0,56	7950	15231	2120
3VX	0,06	470	611	396
5VX	0,18	3000	5748	800

Conclusiones.

Para realizar el diseño y comprobación de las transmisiones por correas deben emplearse los dos criterios fundamentales: el cálculo de la **capacidad tractiva**, que garantiza la transmisión eficaz de la fuerza útil y el **cálculo de duración**.

No debe olvidarse el cálculo del tensado inicial, ya que la transmisión sin un tensado correcto no puede transmitir de forma continua y con una duración adecuada las cargas de trabajo.

No se debe olvidar algunas comprobaciones que garantizan un diseño correcto, como son: la verificación de la distancia entre centros mínima, el diámetro mínimo, la frecuencia de carga y la velocidad máxima.

Problema propuesto.

Diseñe una transmisión por correas para las siguientes condiciones:

- Potencia a la entrada de la transmisión: 30 kW
- Frecuencia de rotación a la entrada: 1750 rpm
- Relación de transmisión requerida: 1.75
- Máquina motriz: motor eléctrico.
- Máquina movida: compresor de émbolo de 2 cilindros.