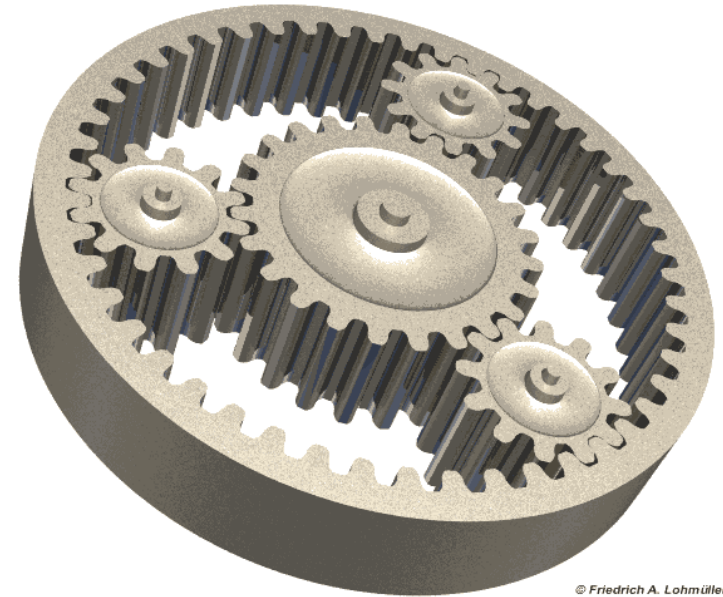


DESENHO TÉCNICO MECÂNICO II

Aula 03 – Engrenagens, Soldas

1.0. Engrenagens



© Friedrich A. Lohmüller, 2010

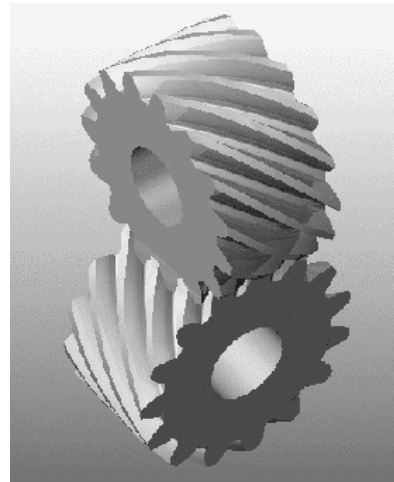
1.1. Definição:

Engrenagens são elementos de máquinas dotados de dentes externos ou internos cuja função é transmitir ou receber movimentos. Podem ter formato cilíndrico, cônico ou plano.

1.2. Engrenagens Cilíndricas

Possuem formato cilíndrico podem ter dentes retos ou helicoidais. Dentes retos são usados em transmissões entre eixos paralelo e os helicoidais para os oblíquos.

- Dentes retos



- Dentes helicoidais



1.2.1. Coroa e Pinhão

Quando as dimensões de duas engrenagens acopladas difere consideravelmente, a engrenagem maior é chamada de **COROA** e a menor de **PINHÃO**. Nestes casos, há uma proporcionalidade entre a frequência angular de rotação e o número de dentes.

A

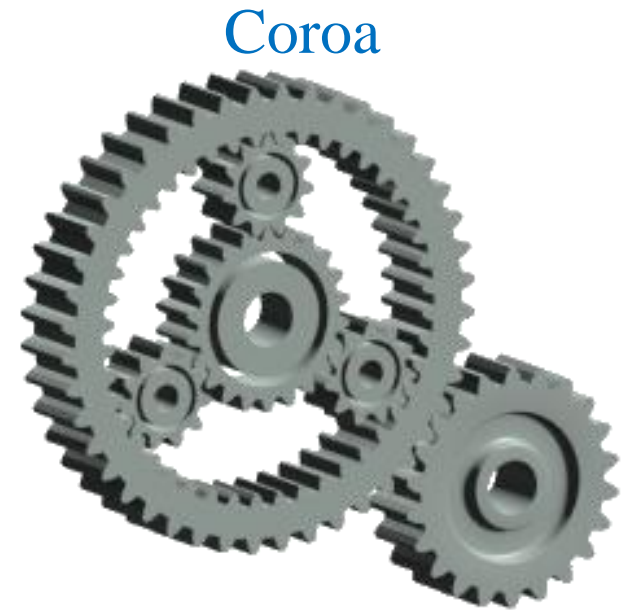


$$N_A \cdot f_A = N_B \cdot f_B$$

N = número de dentes;

f = frequência de rotação

B

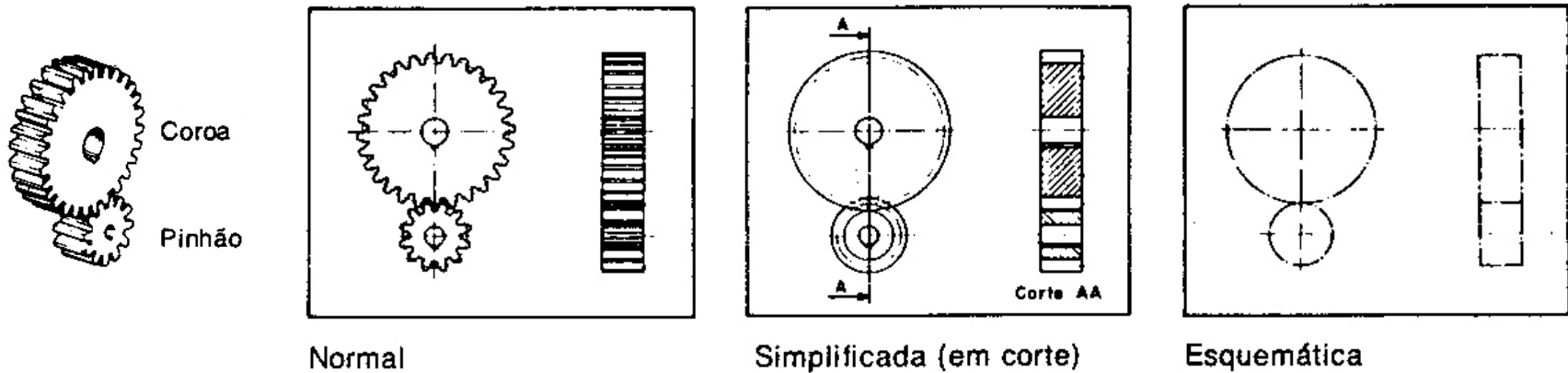


Pinhão

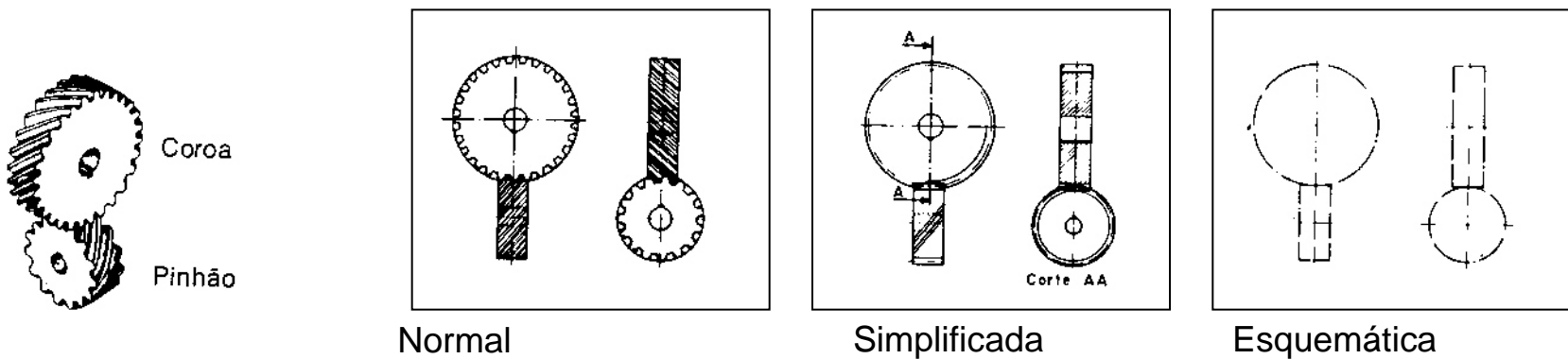
1.2.2. Representação de Engrenagens Cilíndricas

Segundo a Norma NBR 11534, a representação de engrenagens cilíndricas é:

- Dentes retos



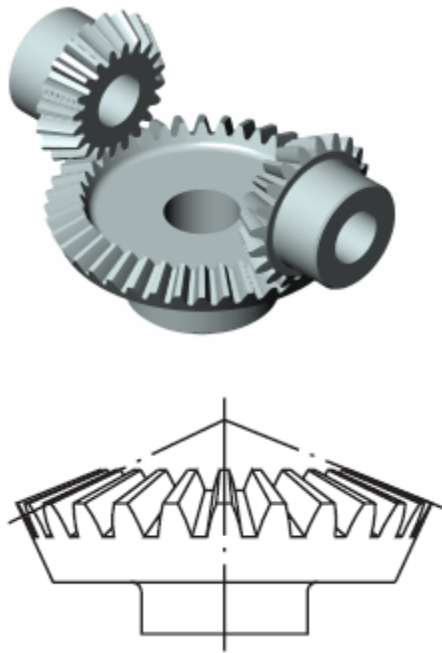
- Dentes helicoidais



1.3. Engrenagens Cônicas

Possuem formato de tronco de cone e podem também ter:

- Dentes retos



- Dentes helicoidais



1.3.1. Representação de Engrenagens Cônicas

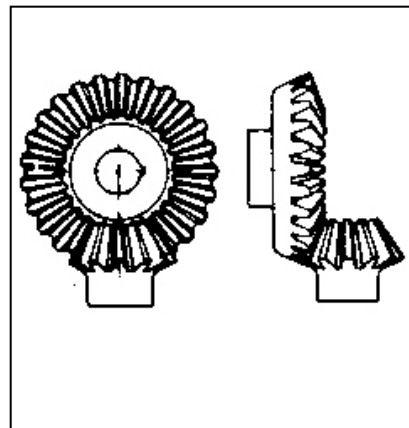
Segundo a Norma NBR 11534, a representação de engrenagens cônicas é:

- Dentes retos

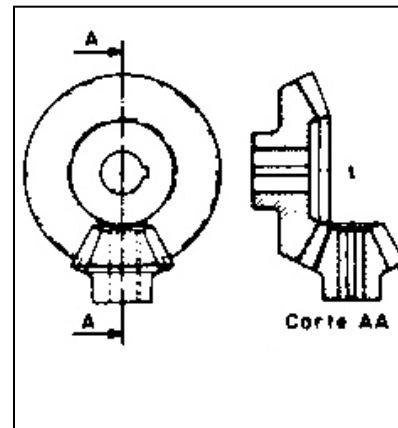


Coroa

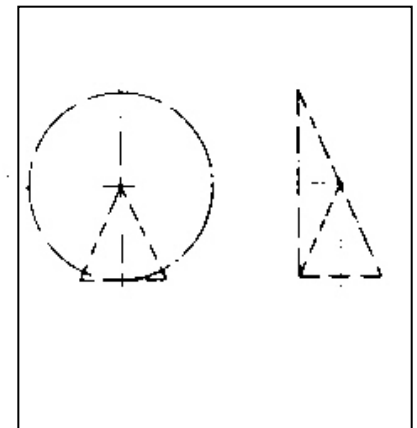
Pinhão



Normal

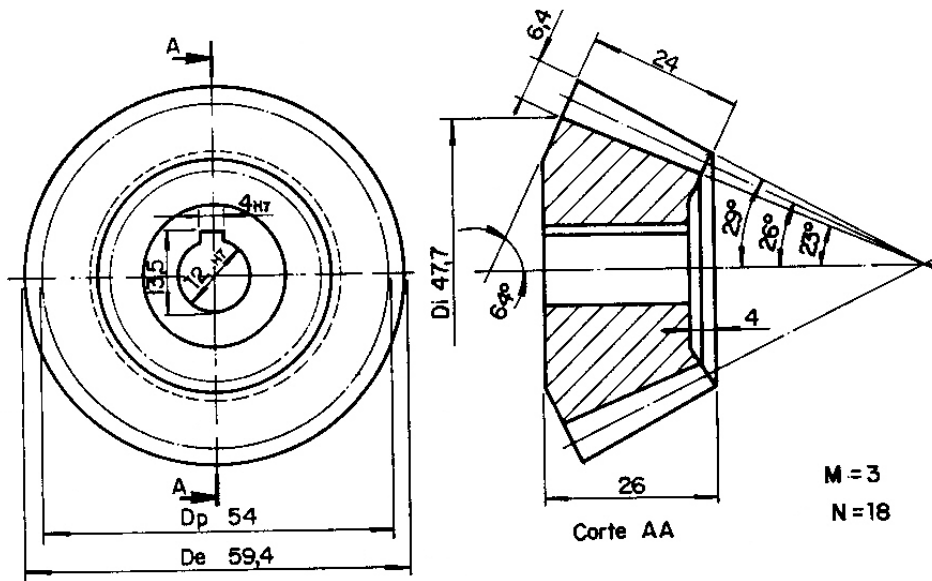


Simplificada



Esquemática

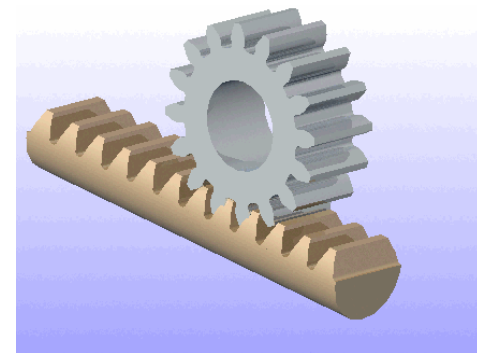
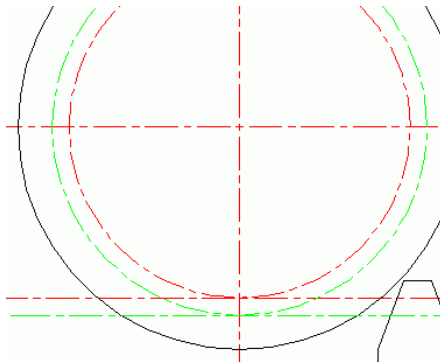
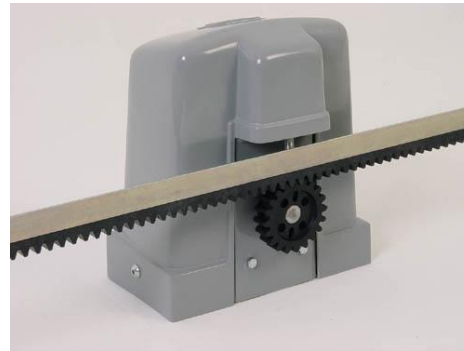
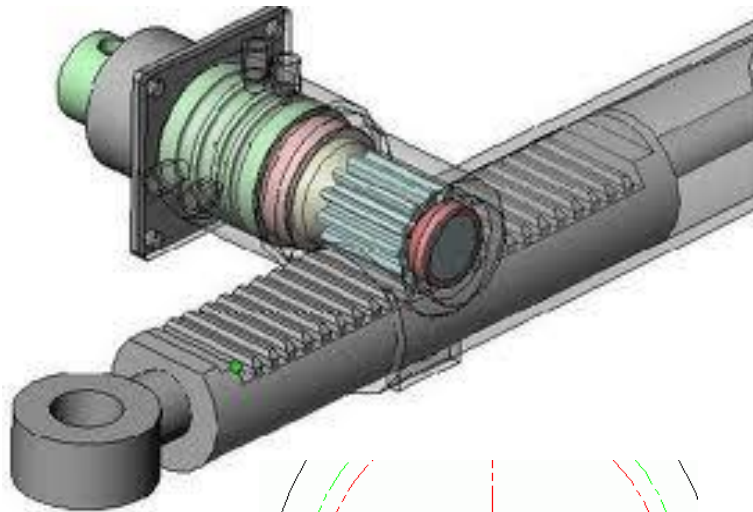
1.3.1. Características de Engrenagens Cônicas de Dentes Retos



Características Particulares	
Ângulo Externo	29°
Ângulo Primitivo	26°
Ângulo Interno	23°
Ângulo do Cone Complementar	64°
Largura do Dente	24 mm
Altura do Dente	6,4 mm
Rebaixo do Disco	4 mm

1.4. Engrenagens Planas

Também chamadas de cremalheiras, são barras dentadas que transformam o movimento rotacional em retilíneo e vice-versa:



1.4.1. Cálculo para Engrenagens Planas

A barra dentada ou cremalheira engrena com o pinhão e pode ser considerada uma engrenagem de diâmetro infinito.

FÓRMULAS

$$G = M \cdot 1,75$$

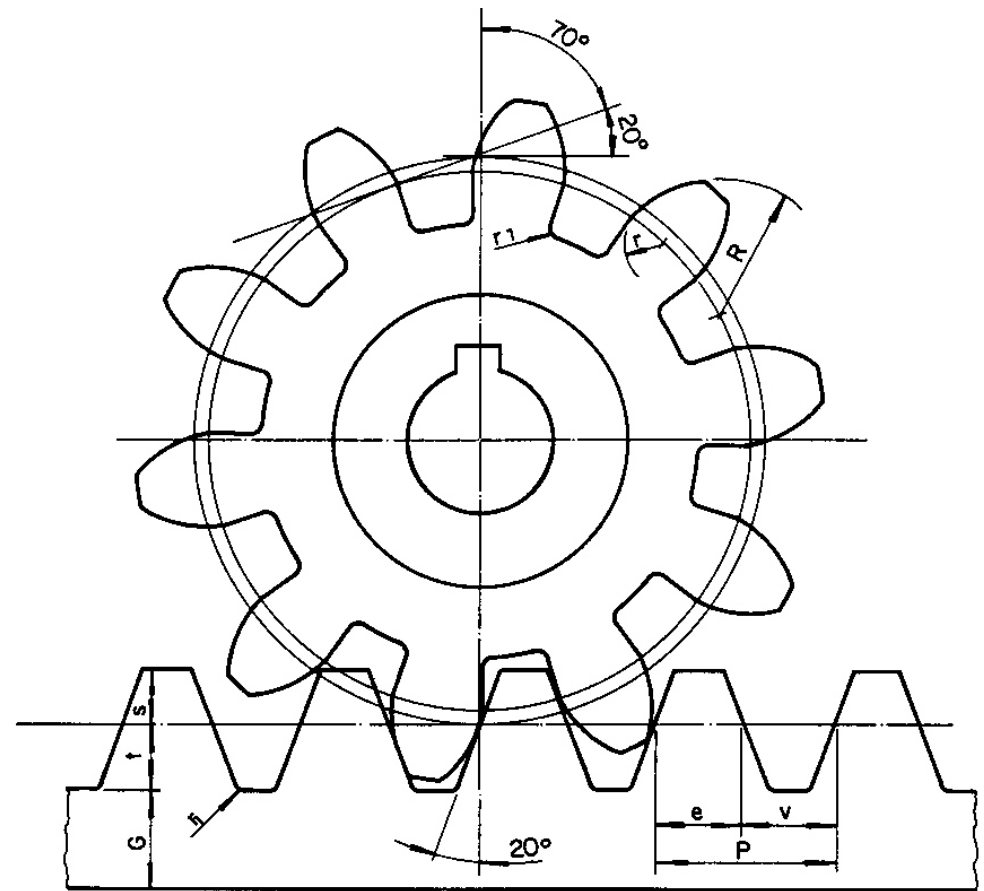
$$P = M \cdot \pi$$

$$I = M \cdot 1,17$$

$$e = P/2$$

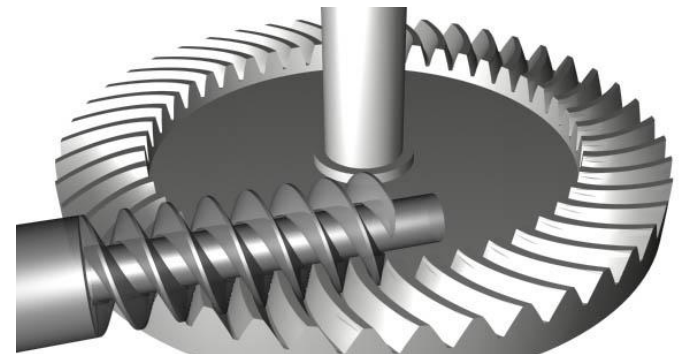
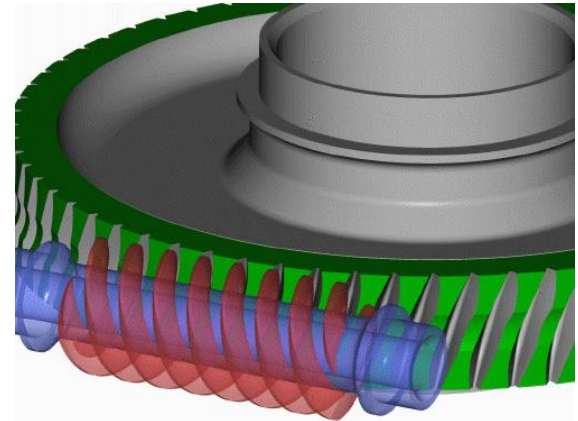
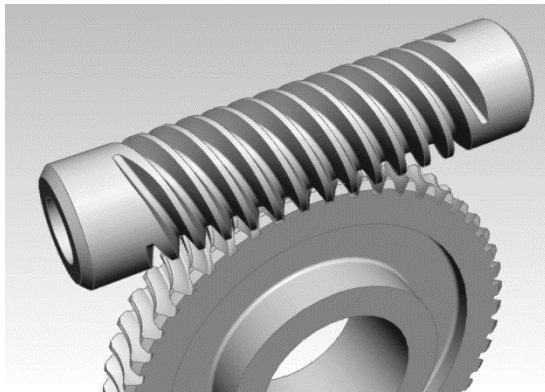
$$S = M$$

$$v = P/2$$



1.5. Engrenagens-sem-fim

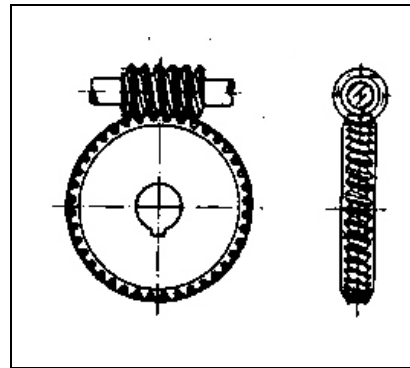
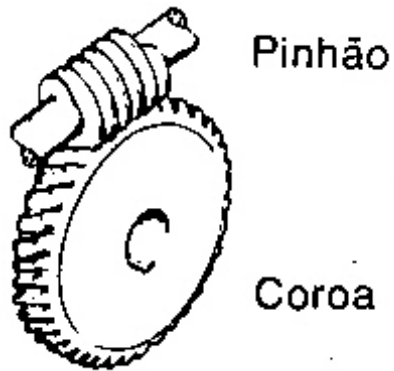
São engrenagens de grande redução, com o eixo girando a engrenagem sem que o inverso seja possível. A transmissão se dá por atrito.



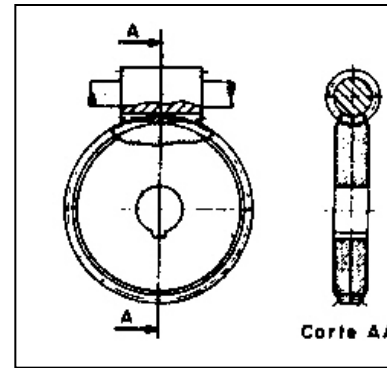
1.5.1. Representação de Engrenagens-Sem-Fim

Segundo a Norma NBR 11534, a representação de engrenagens sem-fim é:

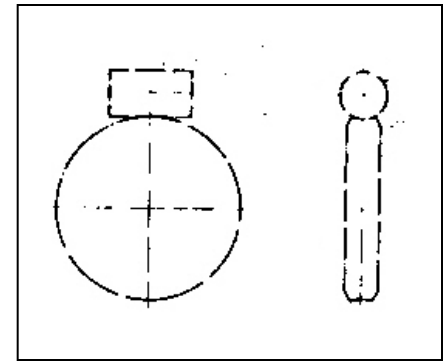
- Dentes côncavos



Normal



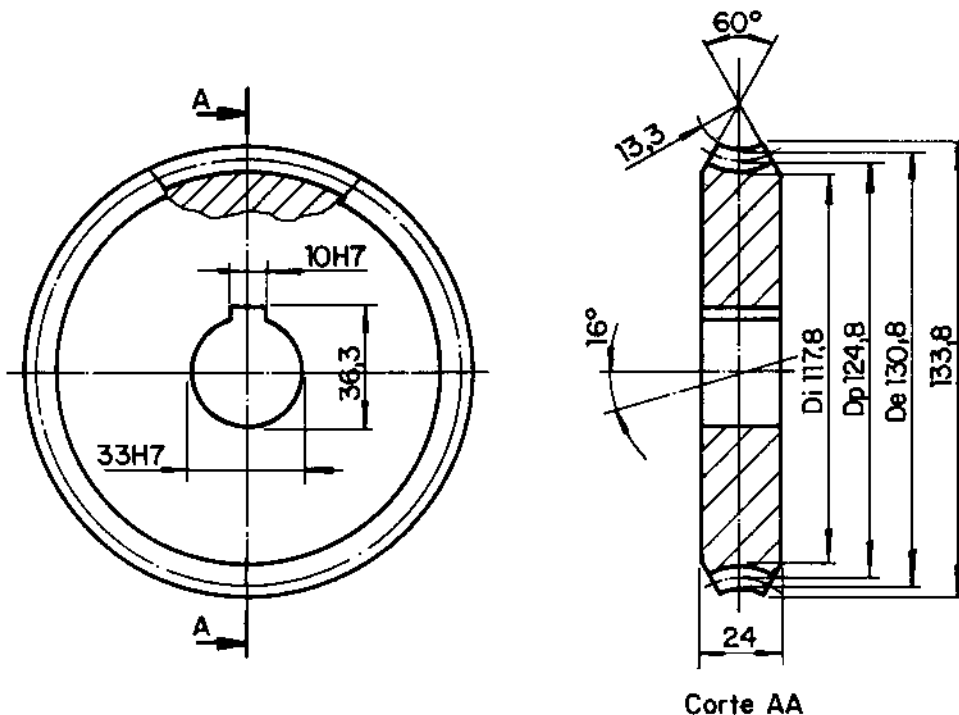
Simplificada



Esquemática

1.5.2. Engrenagens Helicoidais de Dentes Côncavos

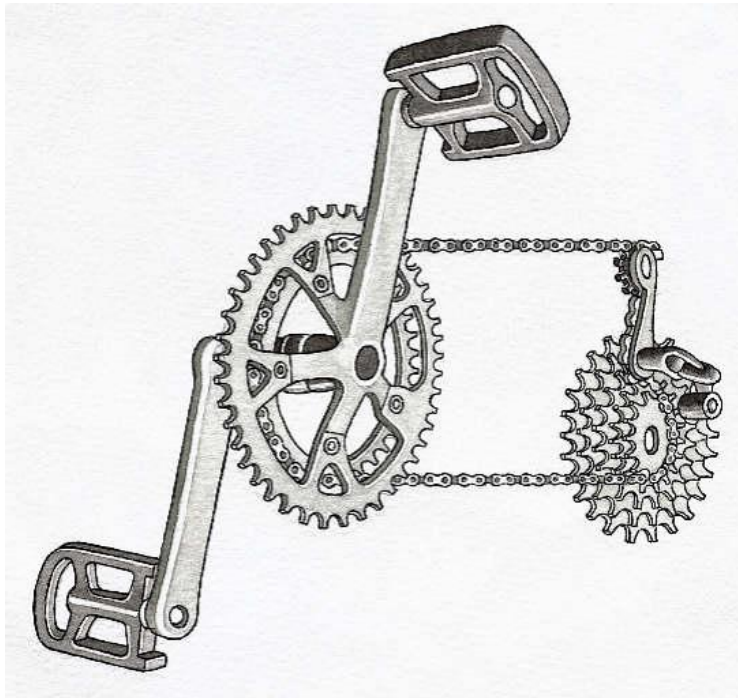
São as engrenagens utilizadas junto às engrenagens sem fim. Possuem dentes com altura do dente menos elevada no centro que nas bordas, o que lhes dá perfis côncavos.



Características Particulares	
Diâmetro máximo	133,8 mm
Ângulo de Hélice	16°
Ângulo de Chanfro	60°
Raio da Superfície Côncava	13,3 mm

1.6. Engrenagens de corrente

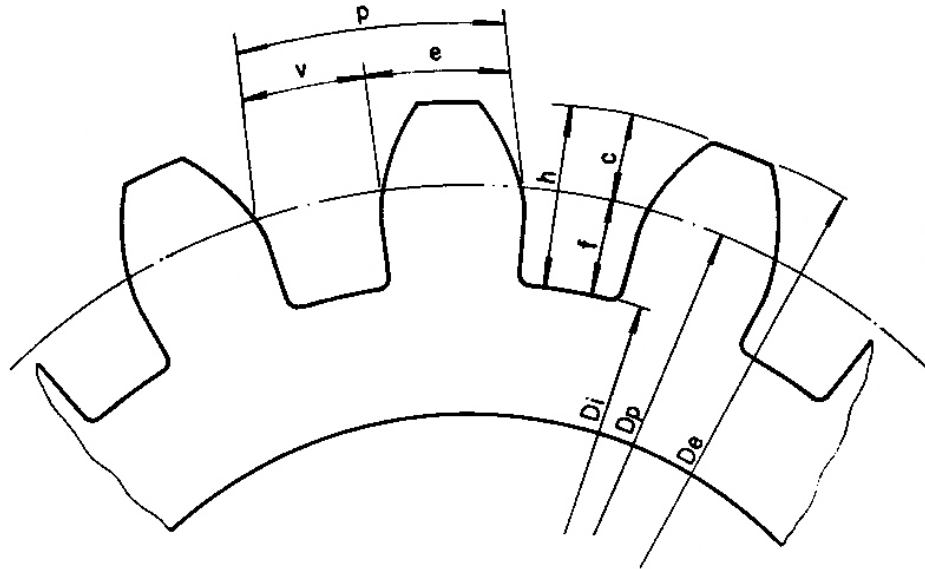
São engrenagens cujo engrenamento se dá por meio de correntes. É o sistema utilizado, por exemplo, em bicicletas.



1.7. Simbologia para sistema de dentes (Norma)

Sistema de dentes	Símbolo
Helicoidal à direita	
Helicoidal à esquerda	
Dupla helicoidal (espinha de peixe)	
Espiral	

1.8. Características dos dentes das engrenagens



p (passo): Distância entre dois dentes consecutivos medida na circunferência primitiva

e (espessura): Medida do arco limitado pelo dente na circunferência primitiva;

c (cabeça): Parte do dente entre o diâmetro primitivo e o diâmetro externo;

v (vão): 'Vazio' que fica entre dois dentes consecutivos;

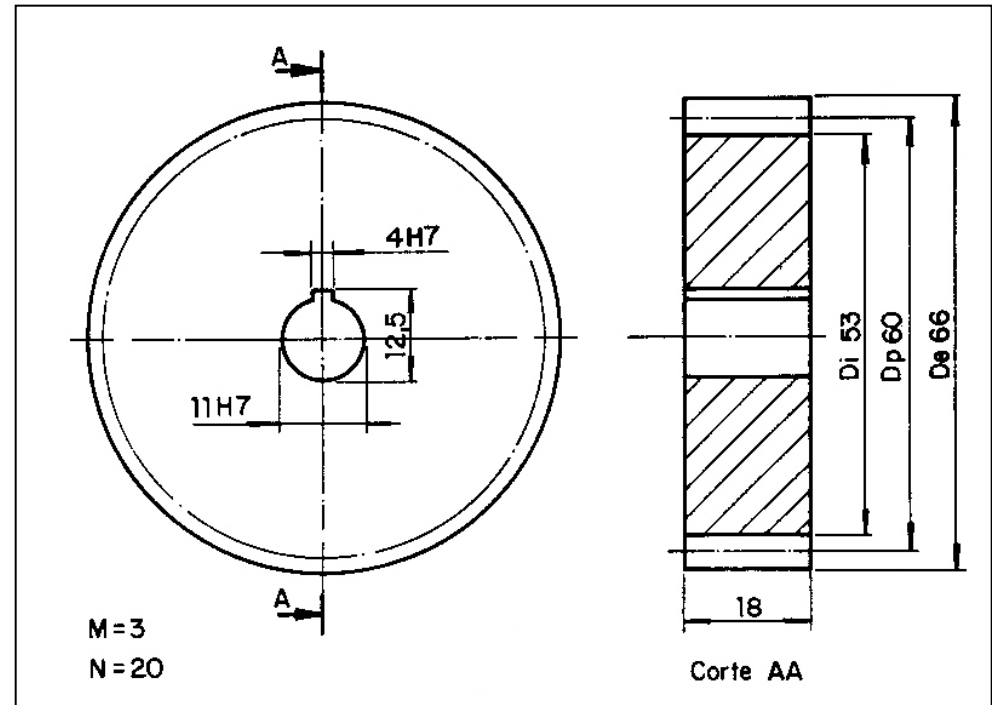
h (altura): Corresponde à soma da altura da cabeça mais a altura do pé do dente;

f (pé): Parte do dente entre o diâmetro primitivo e o diâmetro interno.

1.8.1. Características e cotação das engrenagens

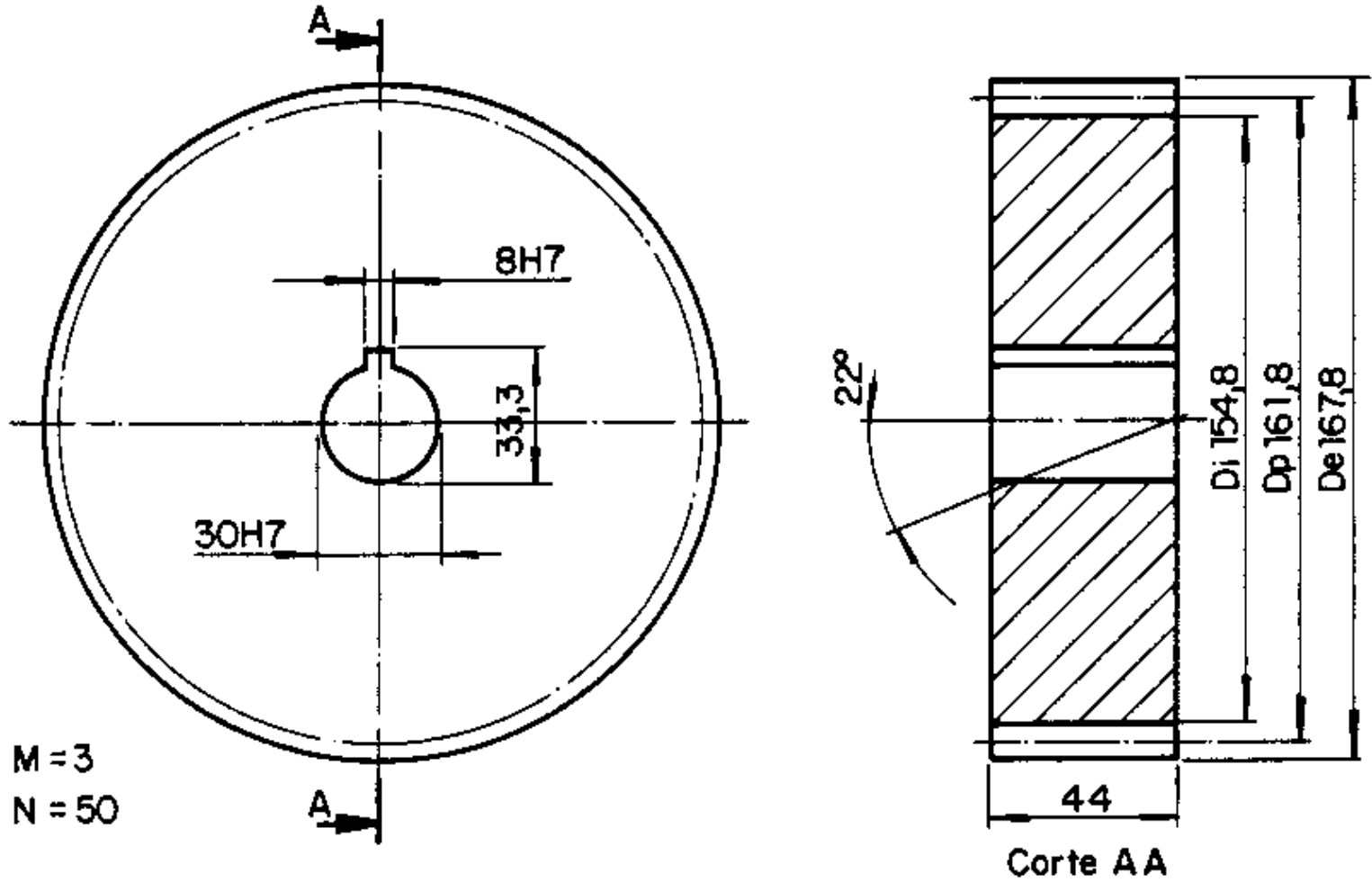
Características

Sigla	Característica
De	Diâmetro Externo
Dp	Diâmetro Primitivo
Di	Diâmetro Interno
L	Largura
N	Número de dentes
M	Módulo



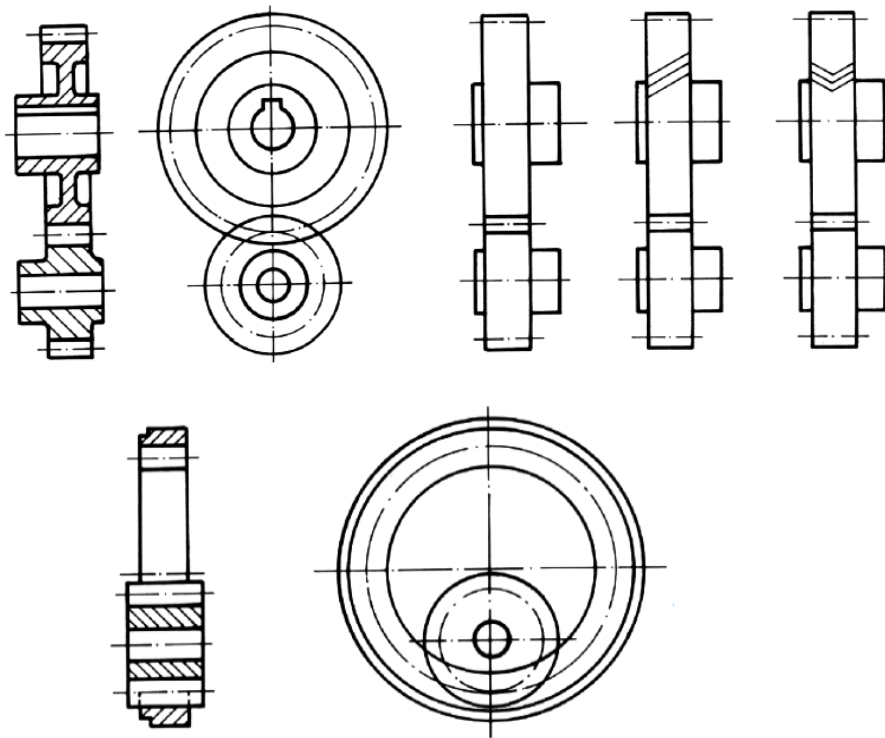
$$M = D_p / N$$

EXEMPLO - Engrenagem Cilíndrica com Dentes Helicoidais



1.8. Entrosamento de Engrenagens

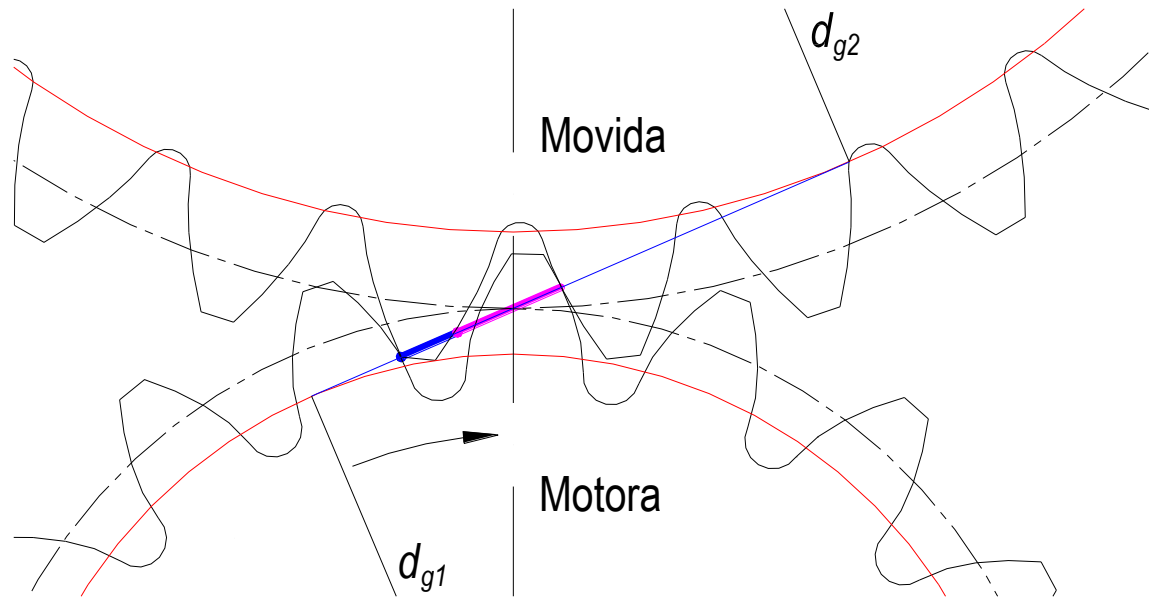
Trata-se da maneira como se “encaixam” as engrenagens para transmissão do movimento, podendo o entrosamento ser interno ou externo.



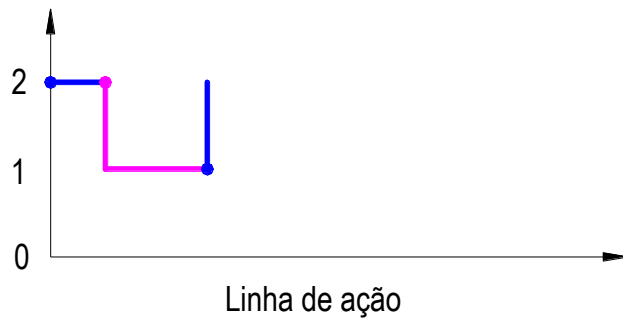
**Entrosamento
externo**

**Entrosamento
interno**

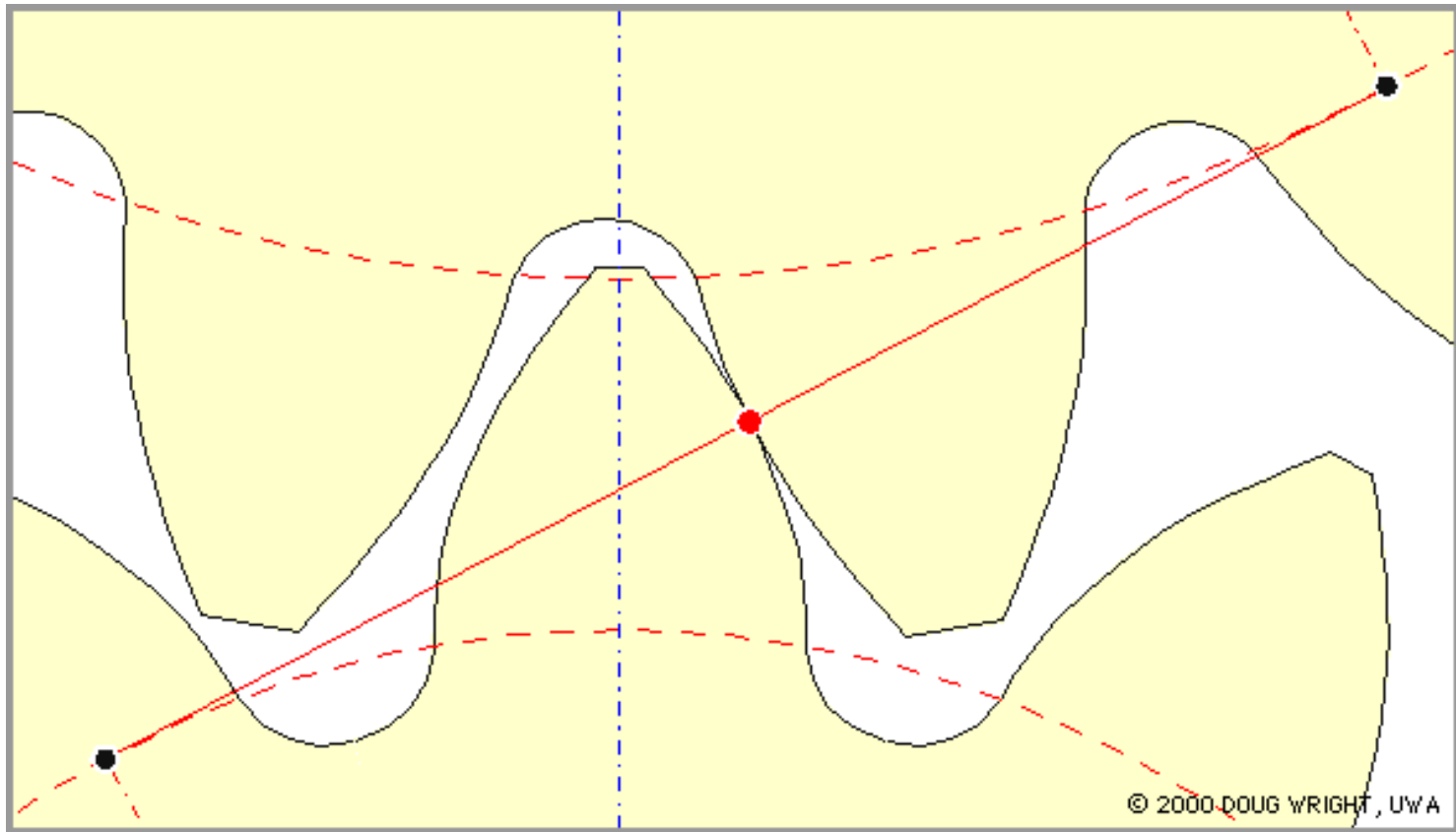
1.8.1. Contato entre pares de dentes



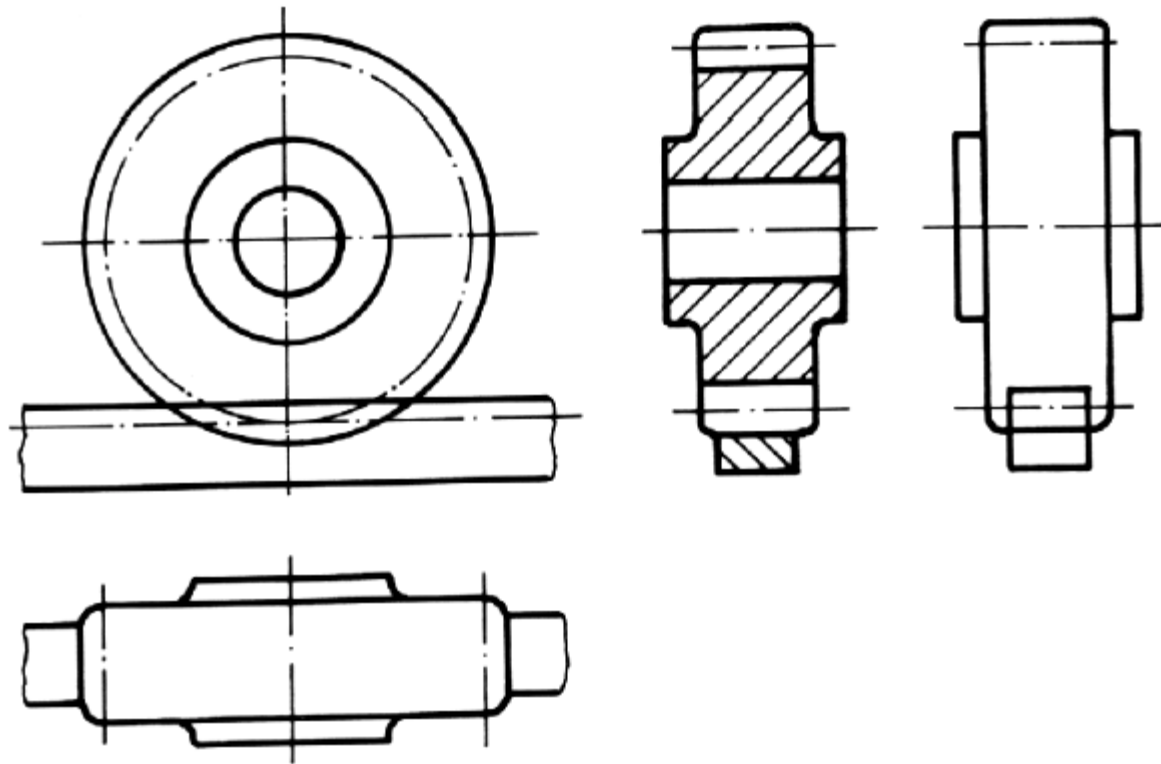
Pares de dentes em contato



1.8.2. Entrosamento – Linha de contato

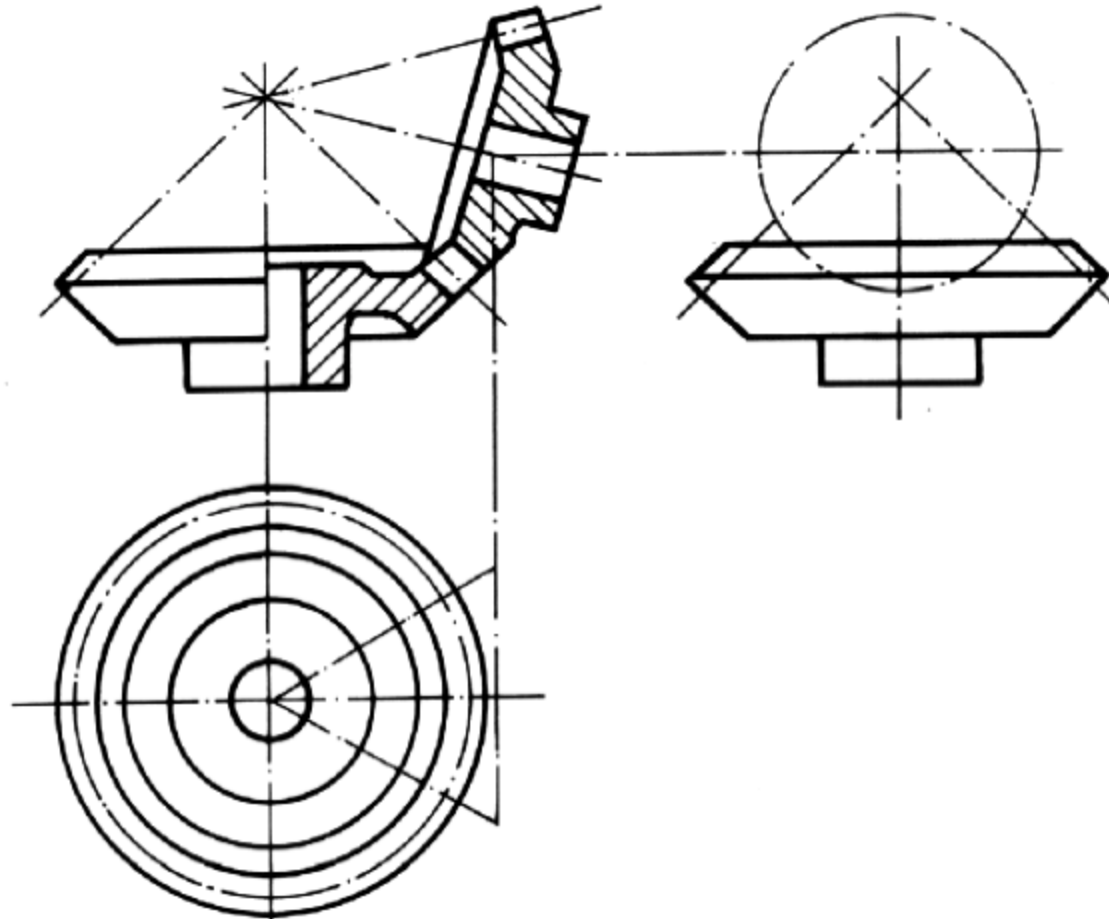


1.8.3. Entrosamento entre Pinhão e Cremalheira



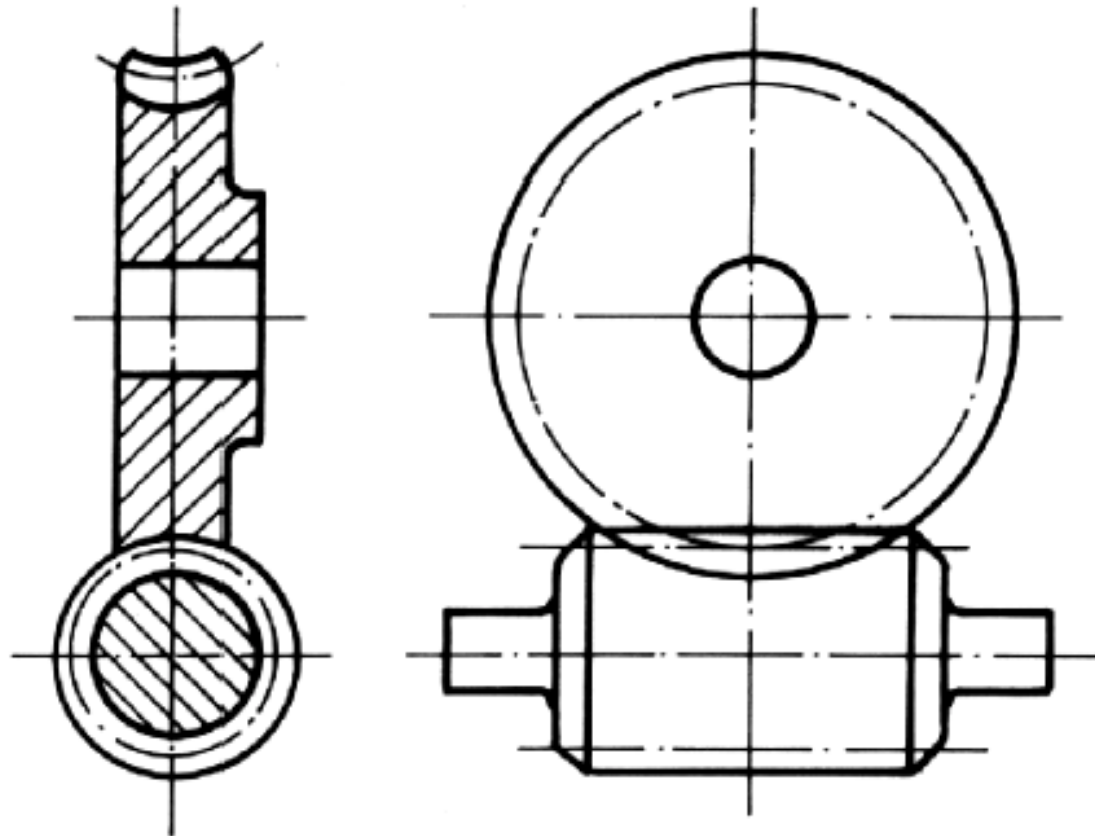
Fonte: BS 308 : Part 1 : 1984

1.8.4. Entrosamento de Engrenagem Cônica

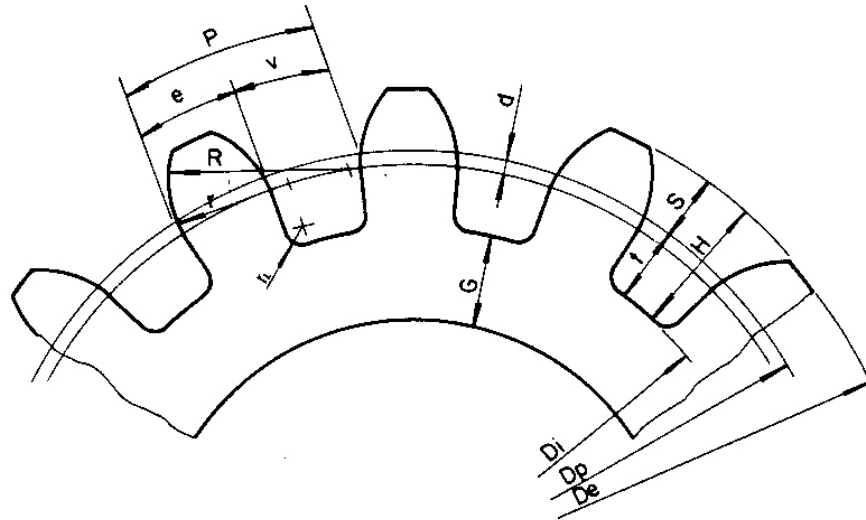


Fonte: BS 308 : Part 1 : 1984

1.8.5. Entrosamento de Engrenagem-sem-fim



1.9. Fórmula e Traçado de Dentes de Engrenagem



FÓRMULAS

$D_p = M \cdot N$	$e = M \cdot 1,49$	$d = (D_p/60)$
$S = M$	$v = M \cdot 1,65$	$K = F \cdot 2$
$t = M \times 1,166$	$r_i = M \cdot 0,1 \text{ a } 0,3$	$D_e = M \cdot (N + 2)$
$H = M \cdot 2,166$	$G = p/2$	$D_i = M \cdot (N - 2,33)$
$P = M \cdot \pi$	$L = 6 \text{ a } 8 \cdot M$	$M = D_g/(N+2)$

Nota - Para as engrenagens fresadas, a espessura e o vão dos dentes são divididos por $2 \cdot (p/2)$. Porém nas engrenagens fundidas a espessura é:
 $e = (19/40) \cdot P$ e o vão: $v = (21/40) \cdot P$

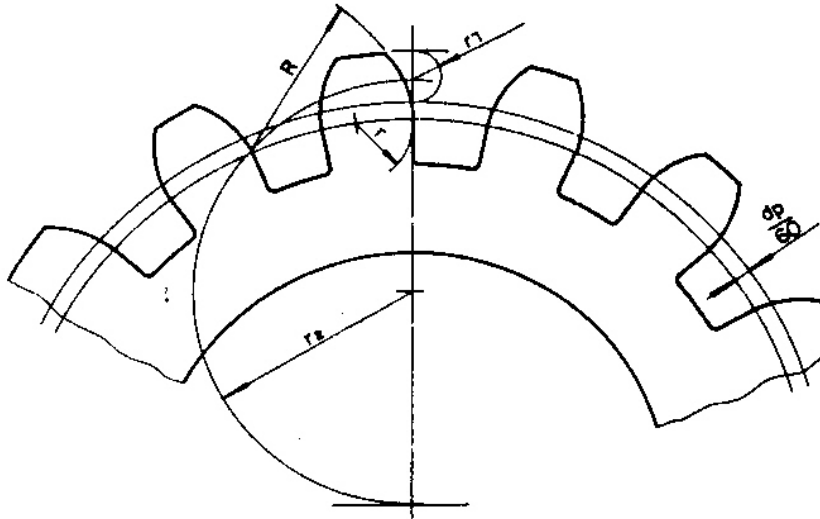
1.9.1. Fórmula e Traçado de Dentes de Engrenagem

ODONTÓGRAFO DE GRANT

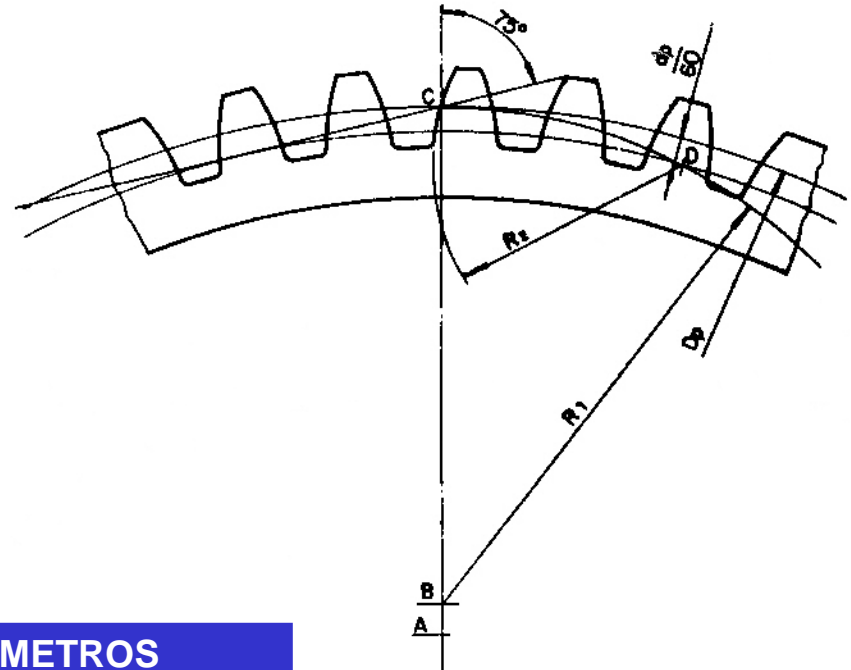
Número de dentes N	$R = A \cdot M$	$r = B \cdot M$	Número de dentes N	$R = A \cdot M$	$r = B \cdot M$	Número de dentes N	$R = A \cdot M$	$r = B \cdot M$
	A	B		A	B		A	B
10	2,28	0,69	22	3,49	2,06	34	4,33	3,09
11	2,40	0,83	23	3,57	2,15	35	4,39	3,16
12	2,51	0,96	24	3,64	2,24	36	4,45	3,23
13	2,62	1,09	25	3,71	2,33	37 a 40	-	4,20
14	2,72	1,22	26	3,78	2,42	41 a 45	-	4,63
15	2,82	1,34	27	3,85	2,50	46 a 51	-	5,06
16	2,92	1,46	28	3,92	2,59	52 a 60	-	5,74
17	3,02	1,58	29	3,99	2,69	61 a 70	-	6,52
18	3,12	1,69	30	4,06	2,76	71 a 90	-	7,72
19	3,22	1,79	31	4,13	2,85	91 a 120	-	9,78
20	3,32	1,89	32	4,20	2,93	121 a 180	-	13,38
21	3,41	1,98	33	4,27	3,01	181 a 360	-	21,62

1.9.2. Engrenagens à evolvente aproximada (Arcos de Círculo)

Menos de 55 dentes



Mais de 55 dentes

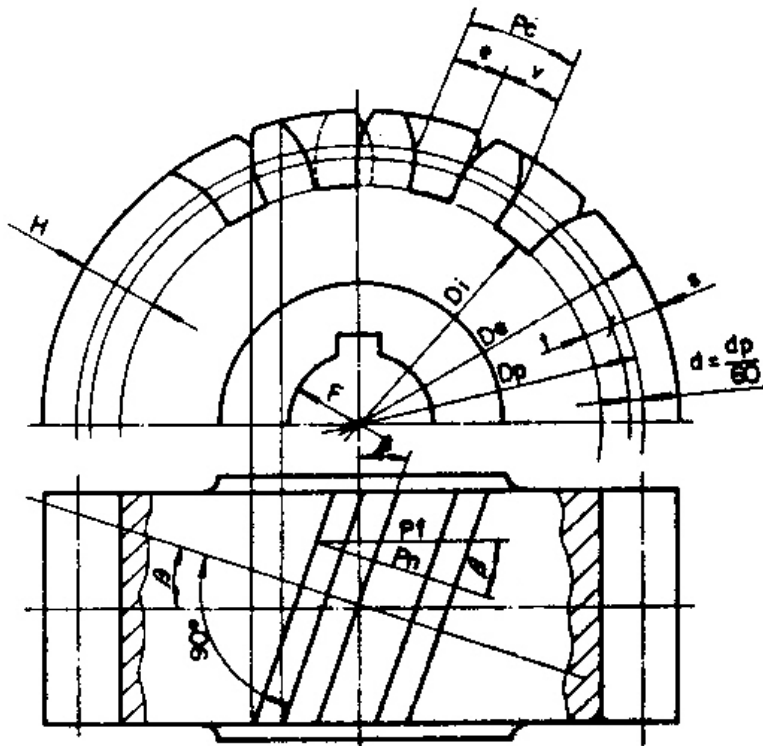


PARÂMETROS

A	Centro da engrenagem
CB	$dp/4$
r1	Distância CB
r2	Distância CD

1.9.3. Engrenagem Cilíndrica Helicoidal – Fórmulas e Traçados

A roda cilíndrica helicoidal possui grande resistência e marcha silenciosa, sendo empregada tanto para eixos paralelos quanto cruzados. Os demais são traçados à evolvente de círculo e sua construção é igual à dos dentes retos.



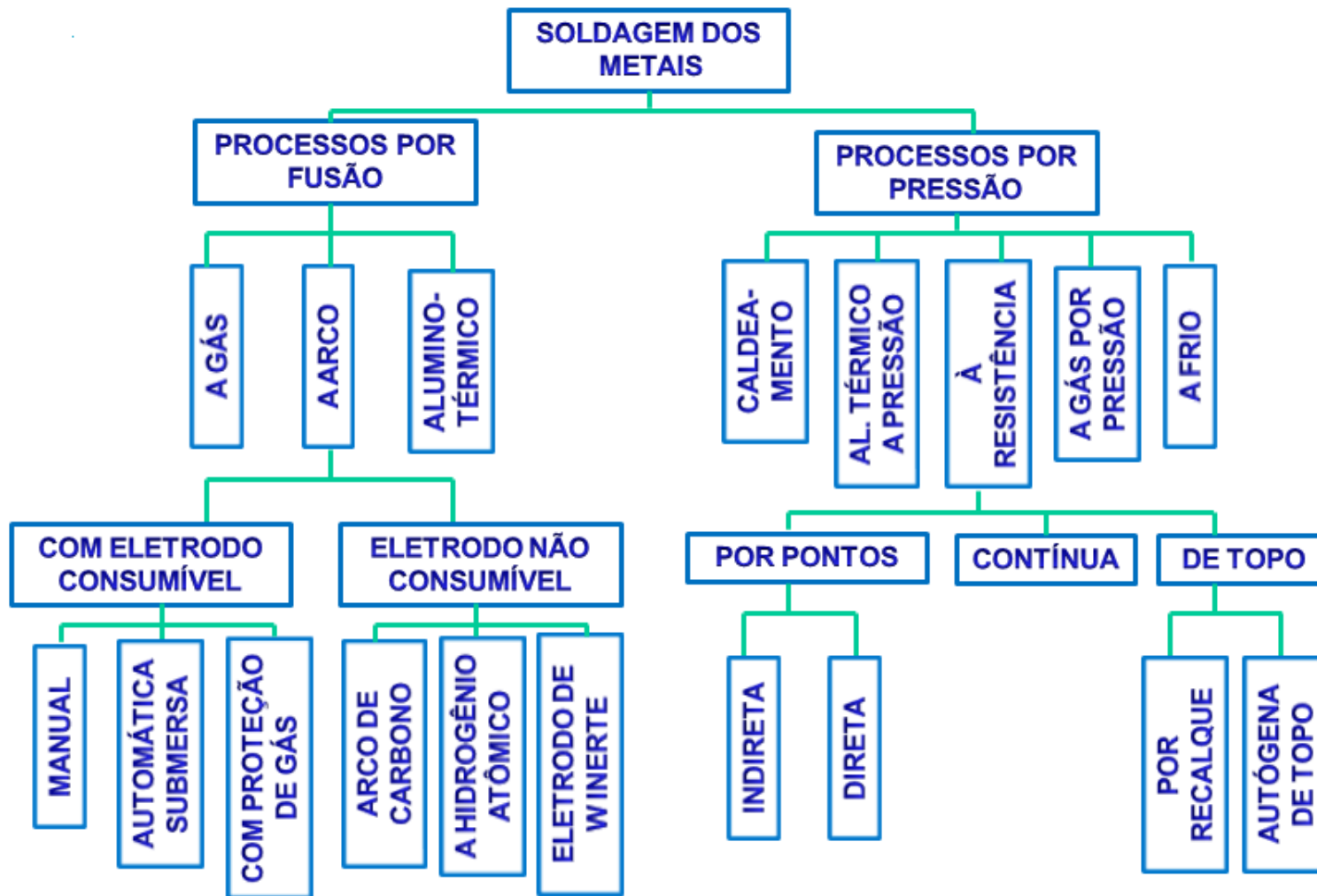
Nomenclatura	Símbolo	Fórmulas
Diâmetro primitivo	D_p	$M_c \cdot N = \frac{P_c \cdot N}{\pi} = \frac{M \cdot N}{\cos \beta}$
Diâmetro externo	D_e	$D_p + 2M_n = \left(\frac{N}{\cos \beta} + 2 \right) \cdot M_n$
Diâmetro interno	D_i	$D_p - 2,5 \cdot M_n$
	d	$\frac{d_p}{60}$
Passo normal	P_n	$M_n \cdot \pi = P_c \cdot \cos \beta$
Espessura do dente	E	
Intervalo entre dentes	V	
Altura do pé do dente	T	$1,25 \cdot M_n$
Altura da cabeça do dente	S	$1 \cdot M_n$
Altura do dente	H	$2,25 \cdot M_n$
Módulo circunferencial	M_c	$\frac{D_p}{N} = \frac{P_c}{\pi} = \frac{M_n}{\cos \beta}$
Passo aparente	$P_c - P_f$	$\frac{D_p \cdot \pi}{N} = M_c \cdot \pi$
Furo	F	
Número de dentes	N	$\frac{D_p}{M_c} = \frac{D_p \cdot \cos \beta}{M_n}$
Módulo normal	M_n	$\frac{D_p \cdot \cos \beta}{N} = \frac{P_n}{N}$
Ângulo de inclinação	β	

2.0. Soldas

2.1. Definição:

Soldas é um processo de fabricação que envolve a união entre dois materiais pela aplicação de calor, assistida ou não de pressão. A união soldada é frequentemente denominada “junta”.

2.2. Diagrama de Solda

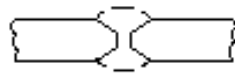


2.3. Tipos de uniões soldadas



(a)

Topo com flange



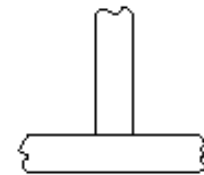
(d)

Topo em duplo V



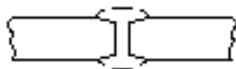
(g)

Sobreposta



(j)

Em T



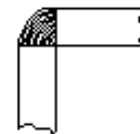
(b)

Topo reta



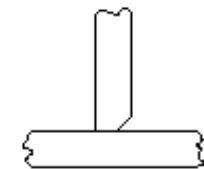
(e)

Topo em U



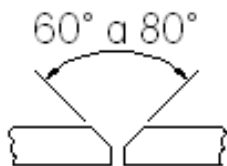
(h)

De centro



(k)

Em T



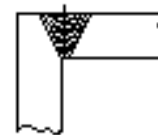
(c)

Topo em V



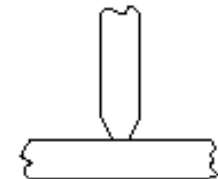
(f)

Topo em duplo U



(i)









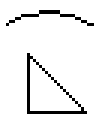
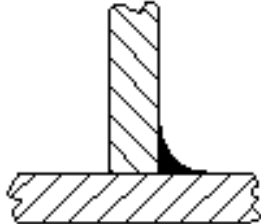
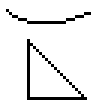
De canto



(l)

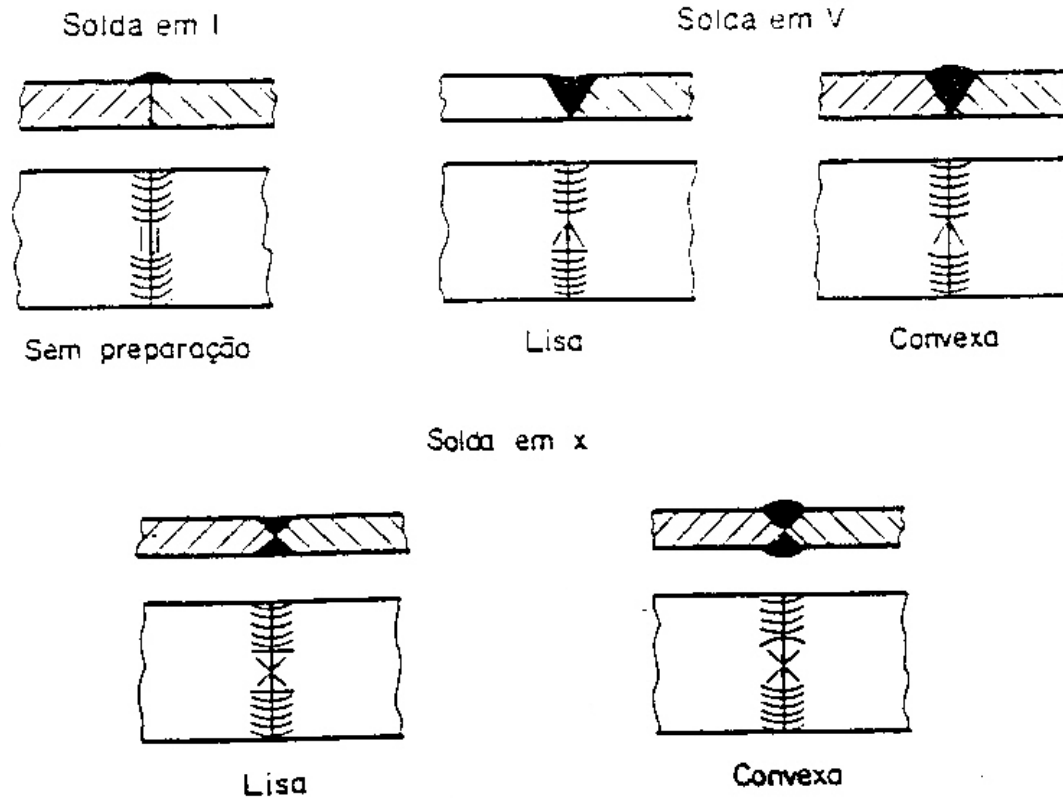
Em T

2.4. Símbolos Suplementares

Símbolo	Designação		
	Plana		
	Côncava		
	Convexa		
			

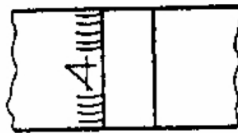
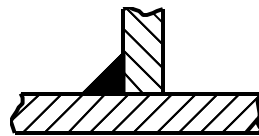
2.5. Representação de Soldas

Unões em topo

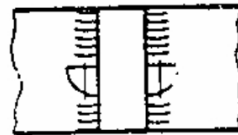
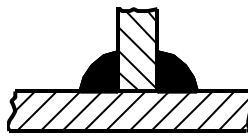


2.5. (Continuação) - Representação de Soldas

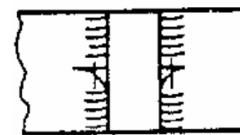
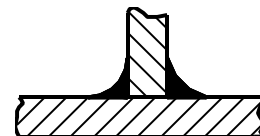
Unões em T



Lisa unilateral

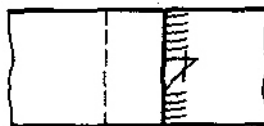


Convexa bilateral

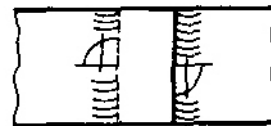


Côncava bilateral

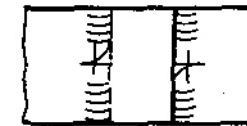
Unões Sobrepostas



Lisa unilateral

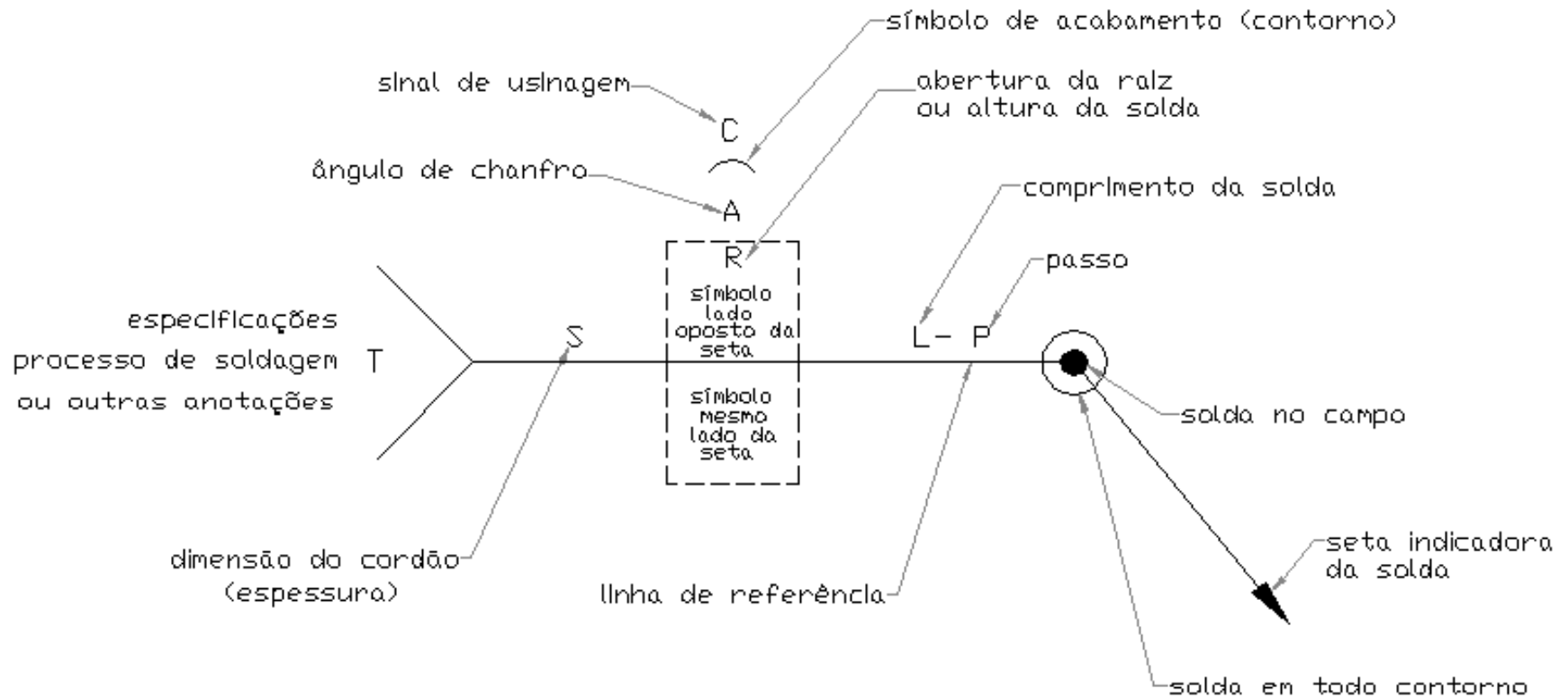


Convexa bilateral



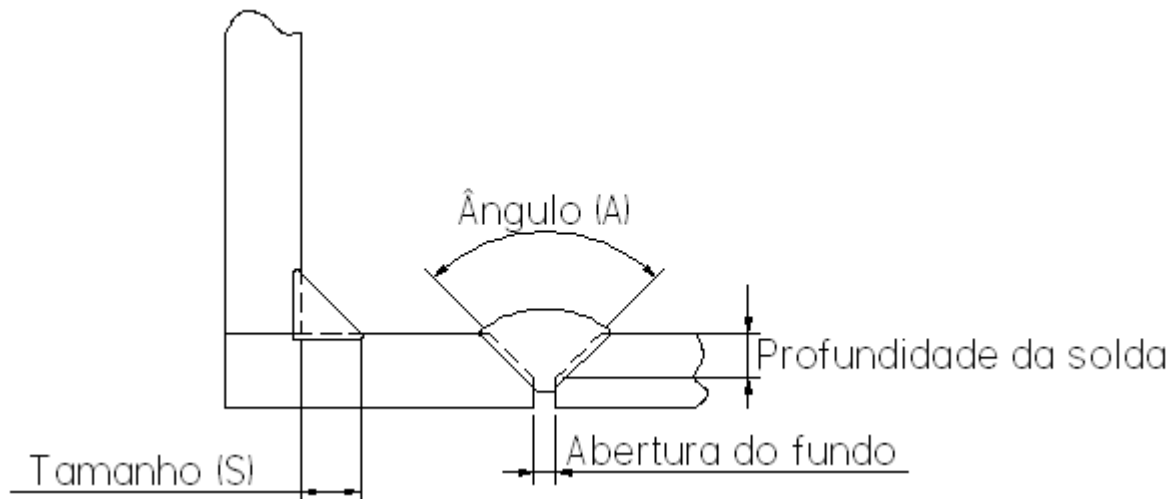
Concavo bilateral

2.6. Simbologia



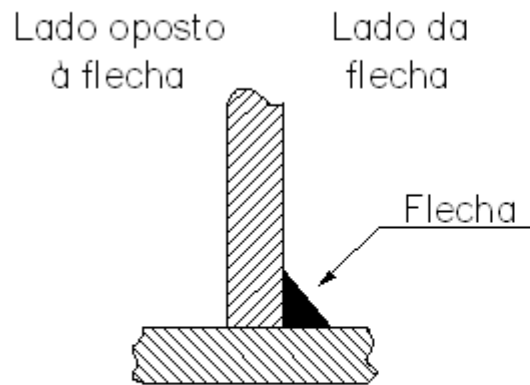
2.7. Tamanho da solda

Dimensões fundamentais a serem dadas nos símbolos de soldagem.

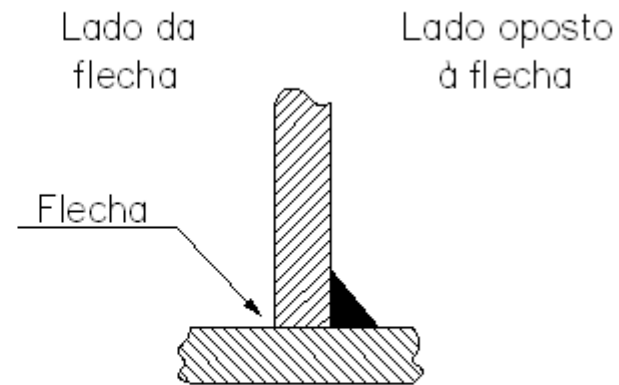


2.8. Posição da Flecha para Juntas

Em T com solda única

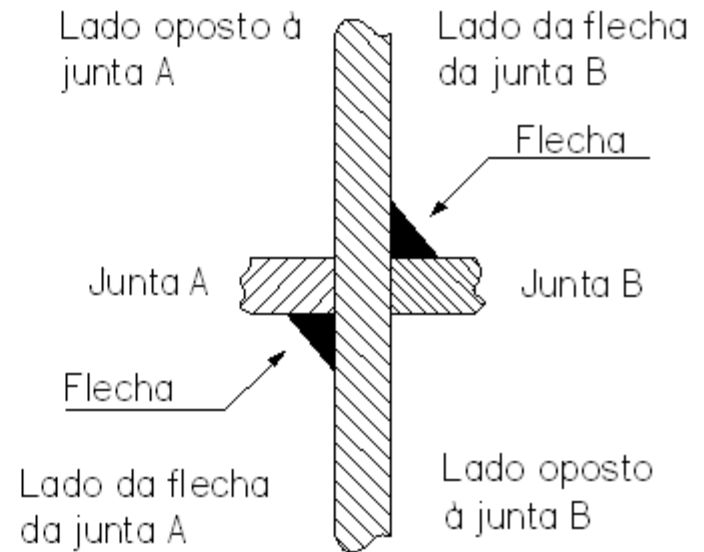
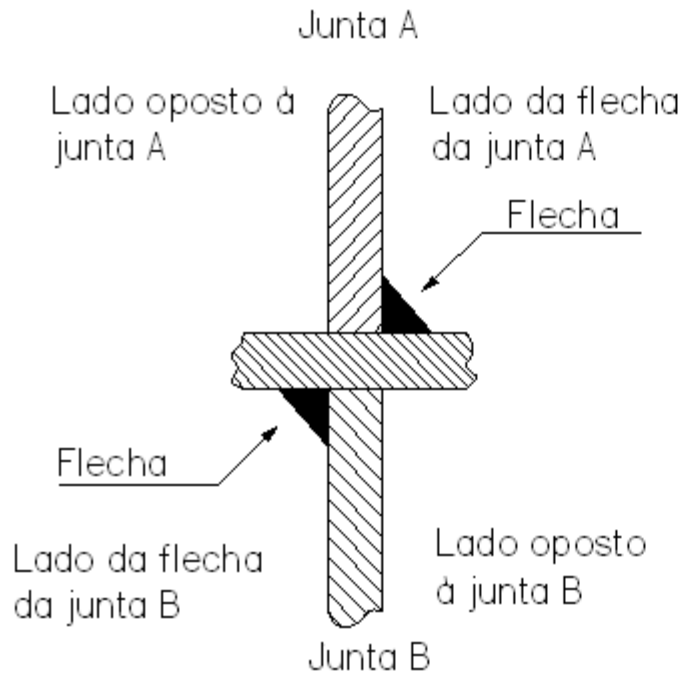


a) Soldagem do lado da flecha.

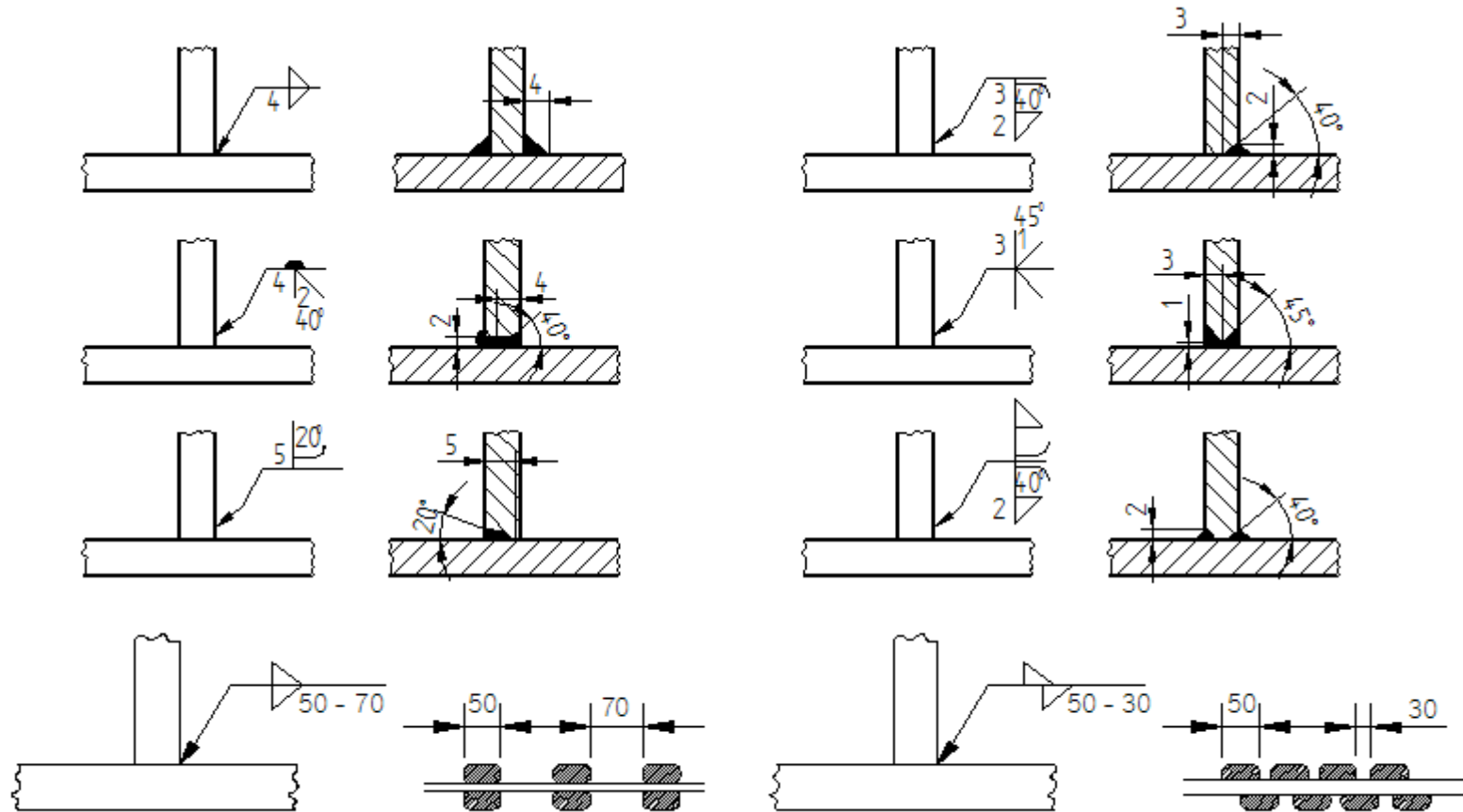


a) Soldagem do lado oposto à flecha.

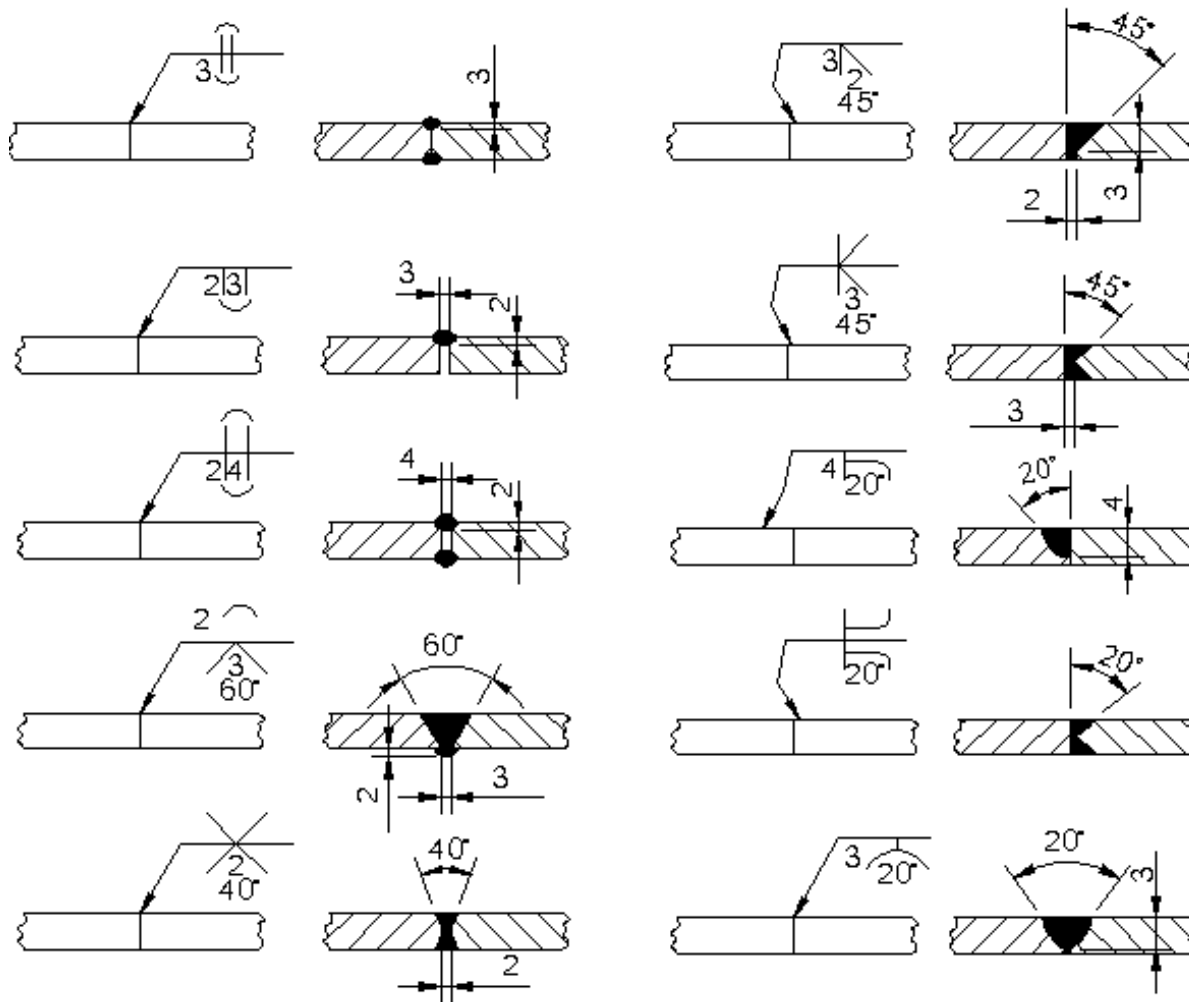
Em cruz com duas soldas em ângulo



EXEMPLO – Uniões em T

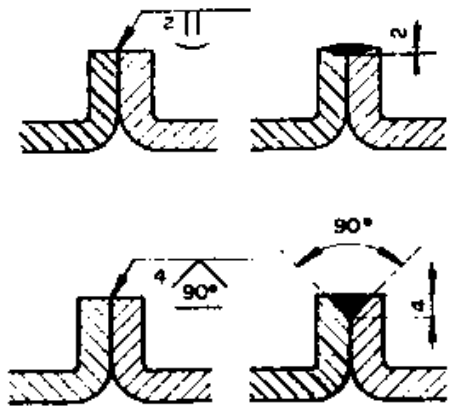


EXEMPLO – Uniões de Topo

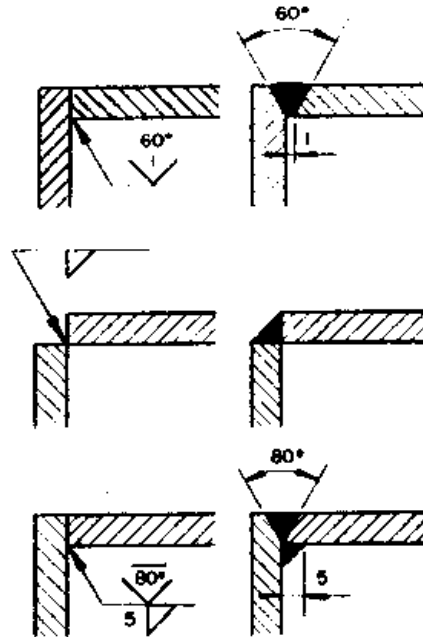


EXEMPLOS

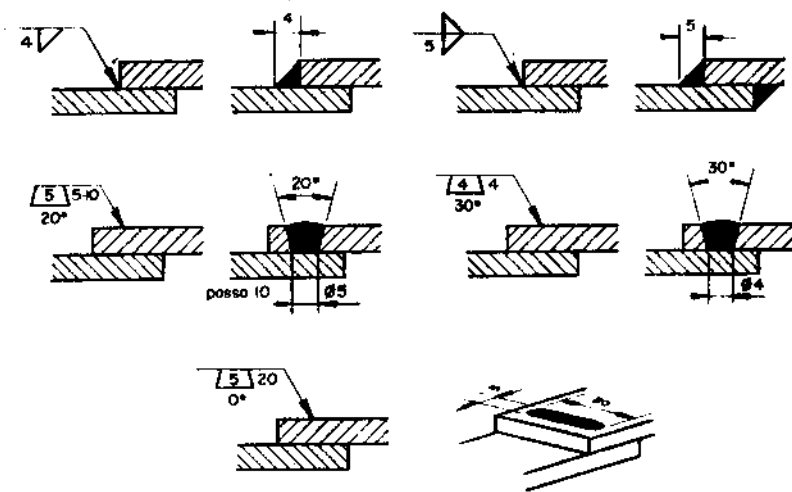
• Uniões em aresta



• Uniões em ângulo



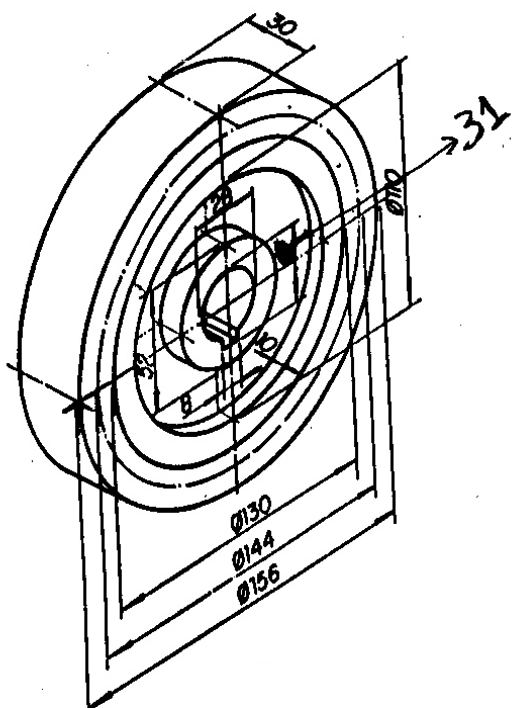
• Uniões superpostas



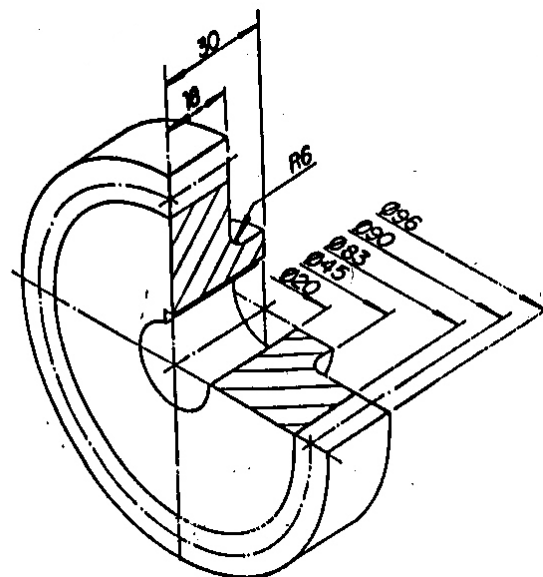
Exercício 1 - Desenhe as engrenagens em duas vistas, aplicando a forma simplificada em corte. Faça a cotação. Utilize folha A3.

Nome: _____

Nº _____ Turma _____



módulo 6
 nº de dentes 24
 material ferro fundido



modulo 3
 nº de dentes
 material aço

Exercício 2 - Usando a simbologia correta, referencie as soldas desenhadas à esquerda de duas maneiras diferentes (em vista e em corte), em cada uma das colunas à direita.

<p>a-)</p>		
<p>b-)</p>		
<p>c-)</p>		
<p>d-)</p>		
<p>e-)</p>		

