

12
20j

Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ingeniería
México, D. F., Sep. 1987

Diseño de una máquina de prueba
de fatiga flexionante en ruedas
automotrices.

Tesis que para obtener
el título de Ingeniero
Mecánico Electricista
presenta: Miguel Alonso
Sánchez.

Asesor: Ing. Alejandro C.
Ramírez Reivich.

1987



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

CONTENIDO

1	Introducción	5
2	Objetivo	7
3	La rueda	8
3.1	Normas internacionales	8
3.2	Normas nacionales	33
4	Máquina de prueba de fatiga flexionante	41
4.1	Requerimientos de la máquina	41
4.2	Requerimientos de los subsistemas	42
4.2.1	Requerimientos de la aplicación del momento	44
4.2.2	Requerimientos de sujeción	47
4.2.3	Requerimientos de movimiento	52
4.3	Requerimientos de uso	53
4.4	Complementos de subsistemas	54

4.4.1	Complementos de la generación del momento	54
4.4.2	Complementos del proveedor de movimiento	55
4.5	Máquinas existentes	55
4.6	Alternativas	58
4.6.1	Alternativas de complementos	58
4.6.2	Alternativas de ubicación de medios para aplicar los complementos	62
4.6.3	Alternativas de estructura	63
4.7	Dibujos de detalle	66
4.8	Lista de partes y sus precios	84
4.9	Comentarios	85
5	Conclusiones	86

Nota: La bibliografía empleada se menciona dentro del trabajo.

1 INTRODUCCION

Hoy que nos ha tocado vivir una época de grandes cambios en nuestro continente, de grandes y heroicas luchas de pueblos que buscan su independencia, su liberación, su propio camino, su lugar en el mundo y en la historia, no podemos quienes hemos tenido la oportunidad de prepararnos en esta universidad, quedarnos fuera de este gran movimiento pues somos "la levadura del pan que saldrá del horno con toda su sacrosura para la boca del pobre que come con amargura".

Nuestra preparación, nuestro saber, nuestra experiencia, debemos ponerla al servicio de quienes empujan al mundo a una forma de ser más humana.

Buscar y crear nuevas maneras de hacer nuestras actividades, nuevas técnicas para producir nuestros sa

tisfactores, con nuestros recursos y conforme a nuestra idiosincracia, es una tarea urgente en nuestro México pues el deseo, que se hace necesidad, de ir librándonos de la dependencia tecnológica, sobre todo de Estados Unidos, nos mueve a romper soluciones dadas, impuestos y universales.

El presente trabajo consiste básicamente en la presentación de resultados, desde la información obtenida hasta la propuesta lograda. Ciertamente el proceso de diseño no ha sido lineal. Se avanza y se retrocede, se traza y se borra.

Vaya, pues, este trabajo hacia lo anhelado.

¡Seamos realistas exijamos lo imposible!

2 O B J E T I V O

El para qué de este trabajo es ser un medio, un puente.

Un medio para ejercitar el proceso de diseño de una máquina de prueba de fatiga flexionante en ruedas automotrices.

Un medio para que la pequeña industria rínera obtenga maquinaria nacional con la cual pruebe sus productos.

Un medio, un pequeño medio, para lograr la independencia tecnológica.

3 LA RUEDA

Los distintos productores de mercancías similares se han puesto de acuerdo en que algunas características de sus productos sean iguales. En lo concerniente a las ruedas automotrices existen normas tanto internacionales como nacionales, estas últimas basadas en las primeras.

3.1 Normas internacionales

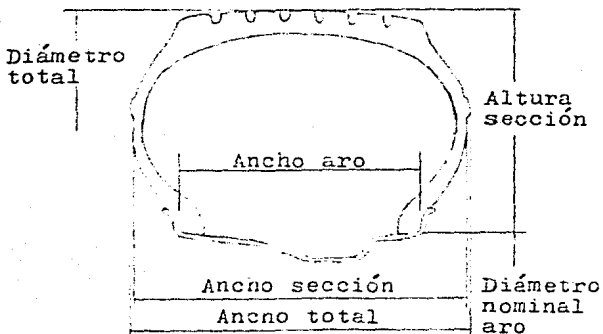
De la gran cantidad y variedad de normas internacionales referentes a las ruedas, sólo mencionaremos:

- TIRE AND RIM ASSOCIATION STANDARDS, Edición 1985. Se refieren a

las designaciones de la llanta, figura 1, datos 1 y nota 1;

Figura 1

Dimensiones de la llanta



Nota 1

Letras de prefijos usados en la designación del tamaño de llanta y sus definiciones

Los prefijos se incluyen, cuando es necesario, como parte de la designación del tamaño de llanta para diferenciar entre llantas diseñadas para condiciones de servicio en las que se puede requerir diferentes cargas e inflaciones y/o llantas diseñadas para y que deben ser usadas en diferentes tipos de aros.

- P - Identifica una llanta destinada originalmente para servicio en carros de pasajeros.
- T - Identifica una llanta destinada para una posición de "uso temporal" como refacción solamente.
- LT- Identifica una llanta destinada originalmente para servicio en camiones ligeros.

**"P" TYPE TIRES
USED ON PASSENGER CARS AND STATION WAGONS**

Millimeters (mm)
Inches (Ins.)

DATOS 1

TIRE SIZE DESIGNATION	DESIGN RIM WIDTH	DESIGN NEW TIRE			** MINIMUM SIZE FACTOR
		SECTION WIDTH	OVERALL DIAMETER		
			HWY/TRACTION TREAD	DEEP TRACTION TREAD	
12 NOMINAL DIAMETER — 80 SERIES					
P145/80*12	4.00	145 5.71	537 21.14	543 21.38	671 26.42
13 NOMINAL DIAMETER — 80 SERIES					
P145/80*13	4.00	145 5.71	552 21.73	565 22.36	696 27.40
P155/80*13	4.50	157 6.18	578 22.76	594 23.90	723 28.46
P165/80*13	4.50	165 6.50	594 23.39	600 23.62	746 29.37
P175/80*13	5.00	177 6.97	610 24.02	616 24.25	773 30.43
P185/80*13	5.00	184 7.24	626 24.65	632 24.88	795 31.34
13 NOMINAL DIAMETER — 70 SERIES					
P175/70*13	5.00	177 6.97	576 22.68	582 22.91	740 29.13
P185/70*13	5.00	184 7.24	590 23.23	596 23.46	761 29.96
P195/70*13	5.50	196 7.72	604 23.78	610 24.02	786 30.94
P205/70*13	5.50	203 7.99	616 24.25	624 24.57	806 31.73
14 NOMINAL DIAMETER — 75 SERIES					
P175/75*14	5.00	177 6.97	618 24.33	624 24.57	782 30.79
P185/75*14	5.00	184 7.24	634 24.96	640 25.20	804 31.65
P195/75*14	5.50	196 7.72	648 25.51	654 25.75	829 32.64
P205/75*14	5.50	203 7.99	664 26.14	670 26.38	852 33.54
P215/75*14	6.00	216 8.50	678 26.69	684 26.93	878 34.57
P225/75*14	6.00	223 8.78	694 27.32	700 27.56	900 35.43
14 NOMINAL DIAMETER — 70 SERIES					
P195/70*14	5.50	196 7.72	630 24.80	636 25.04	812 31.97
P205/70*14	5.50	203 7.99	644 25.35	650 25.59	837 32.76
14 NOMINAL DIAMETER — 60 SERIES					
P185-60*14	5 (W)	184 7.24	578 22.76	—	750 29.53

**"P" TYPE TIRES
USED ON PASSENGER CARS AND STATION WAGONS**

Millimeters (mm)
Inches (ins.)

DATOS 1 (Con't)

TIRE SIZE DESIGNATION	DESIGN RIM WIDTH	DESIGN NEW TIRE			** MINIMUM SIZE FACTOR
		SECTION WIDTH	OVERALL DIAMETER		
			HWY. TRACTION TREAD	DEEP TRACTION TREAD	
15 NOMINAL DIAMETER — 75 SERIES					
P195/75*15	5.50	196	673	679	854
		7.72	26.50	26.73	33.62
P205/75*15	5.50	203	689	695	877
		7.99	27.13	27.36	34.53
P215/75*15	6.00	216	705	709	903
		8.50	27.68	27.91	35.55
P225/75*15	6.00	223	719	725	925
		8.78	28.31	28.54	36.42
P235/75*15	6.50	235	733	739	950
		9.25	28.86	29.09	37.40
15 NOMINAL DIAMETER — 70 SERIES					
P205/70*15	5.50	203	669	675	857
		7.99	26.34	26.57	33.74
P215/70*15	6.00	216	683	689	883
		8.50	26.89	27.13	34.76
P225/70*15	6.00	223	697	705	904
		8.78	27.44	27.68	35.59
15 NOMINAL DIAMETER — 60 SERIES					
P195/60*15	5.50	196	615	—	796
		7.72	24.21	—	31.42
P205/60*15	5.50	203	627	—	817
		7.99	24.69	—	32.17
15 NOMINAL DIAMETER — 50 SERIES					
P205/50*15	5.50	203	587	—	778
		7.99	23.11	—	30.63
P225/50*15	6.00	223	607	—	817
		8.78	23.90	—	32.17
16 NOMINAL DIAMETER — 50 SERIES					
P225/50*16	6.00	225	632	—	842
		8.78	24.89	—	33.15
P245/50*16	7.00	242	652	—	885
		9.76	25.67	—	34.84
P255/50*16	7.00	255	662	—	902
		10.04	26.06	—	35.51

MAXIMUM DIMENSIONS OF GROWN TIRES IN
SERVICE FOR USE BY VEHICLE MANUFACTURERS IN
DESIGNING FOR TIRE CLEARANCES

Millimeters (mm)

"P" TYPE TIRES DATOS 1 (Con't)

TIRE SIZE DESIGNATION	DESIGN RIM WIDTH	MAX OVERALL TIRE DIAMETER		
		MAX OVERALL TIRE WIDTH	HIGHWAY TRACTION TREAD	DEEP TRACTION TREAD
12 NOMINAL DIAMETER — RADIAL PLY				
P145/80R12	4.00	158 6.22	555 21.85	561 22.09
13 NOMINAL DIAMETER — RADIAL PLY				
P145/80R13	4.00	158 6.22	560 22.05	566 22.30
P155/80R13	4.50	170 6.69	590 23.23	602 23.70
P165/80R13	4.50	179 7.05	612 24.10	618 24.33
P175/80R13	5.00	192 7.56	628 24.72	635 25.00
P185/80R13	5.00	199 7.83	646 25.43	652 25.67
P175/70R13	5.00	192 7.56	627 24.70	635 25.00
P185/70R13	5.00	199 7.83	646 25.43	654 25.73
P195/70R13	5.50	212 8.35	677 26.65	682 26.87
P205/70R13	5.50	219 8.62	686 27.01	694 27.33
14 NOMINAL DIAMETER — RADIAL PLY				
P175/75R14	5.00	192 7.56	630 24.81	642 25.28
P185/75R14	5.00	199 7.83	652 25.67	660 25.98
P195/75R14	5.50	212 8.35	666 26.22	674 26.53
P205/75R14	5.50	219 8.62	684 26.91	692 27.27
P215/75R14	6.00	232 9.13	698 27.48	704 27.71
P225/75R14	6.00	241 9.49	712 28.03	722 28.43
P195/70R14	5.50	212 8.35	655 25.75	662 26.07
P205/70R14	5.50	219 8.62	664 26.12	670 26.39
P185/60R14	5.00	195 7.68	640 25.20	—
15 NOMINAL DIAMETER — RADIAL PLY				
P195/75R15	5.50	212 8.35	693 27.28	698 27.50
P205/75R15	5.50	219 8.62	709 27.92	715 28.15
P215/75R15	6.00	232 9.13	723 28.43	729 28.70
P225/75R15	6.00	241 9.49	739 29.07	747 29.41
P235/75R15	6.50	254 10.00	755 29.72	763 29.99
P205/70R15	5.50	219 8.62	689 27.12	695 27.36
P215/70R15	6.00	234 9.21	703 27.68	709 27.91
P225/70R15	6.00	241 9.49	717 28.21	725 28.52
P195/60R15	5.50	212 8.35	639 25.16	—
P205/60R15	5.50	219 8.62	645 25.39	—
P205/50R15	5.50	219 8.62	665 26.18	—
P225/50R15	6.00	241 9.49	685 27.01	—
16 NOMINAL DIAMETER — RADIAL PLY				
P225/50R16	6.00	241 9.49	680 26.77	—
P245/50R16	7.00	266 10.47	670 26.38	—
P255/50R16	7.00	275 10.83	680 26.77	—

MAXIMUM DIMENSIONS OF GROWN TIRES IN
SERVICE FOR USE BY VEHICLE MANUFACTURERS IN
DESIGNING FOR TIRE CLEARANCES

"P" TYPE TIRES DATOS1 (Con't)

Millimeters (mm)
(Inches in.)

TIRE SIZE DESIGNATION	DESIGN RIM WIDTH	*MAX. OVERALL TIRE WIDTH	MAX OVERALL TIRE DIAMETER	
			HIGHWAY-TRACTION TREAD	DEEP TRACTION TREAD
12 NOMINAL DIAMETER — BIAS BELTED AND DIAGONAL (BIAS) PLY				
P145/80 ^B _D 12	4.00	162 6.38	555 21.85	561 22.09
13 NOMINAL DIAMETER — BIAS BELTED AND DIAGONAL (BIAS) PLY				
P145/80 ^B _D 13	4.00	160 6.30	580 22.83	586 23.07
P155/80 ^B _D 13	4.50	173 6.81	598 23.54	602 23.78
P165/80 ^B _D 13	4.50	182 7.17	614 24.17	620 24.41
P175/80 ^B _D 13	5.00	195 7.68	634 24.96	640 25.20
P185/80 ^B _D 13	5.00	203 7.99	650 25.59	656 25.83
P175/70 ^B _D 13	5.00	195 7.68	595 23.43	602 23.70
P185/70 ^B _D 13	5.00	203 7.99	610 23.98	616 24.28
P195/70 ^B _D 13	5.50	216 8.50	625 24.65	632 24.92
P205/70 ^B _D 13	5.50	224 8.82	642 25.28	648 25.51
14 NOMINAL DIAMETER — BIAS BELTED AND DIAGONAL (BIAS) PLY				
P175/75 ^B _D 14	5.00	195 7.68	638 25.12	644 25.35
P185/75 ^B _D 14	5.00	203 7.99	656 25.83	662 26.07
P195/75 ^B _D 14	5.50	216 8.50	672 26.46	678 26.70
P205/75 ^B _D 14	5.50	224 8.82	690 27.17	696 27.41
P215/75 ^B _D 14	6.00	238 9.37	702 27.63	710 27.95
P225/75 ^B _D 14	6.00	246 9.69	723 28.41	728 28.66
P195/70 ^B _D 14	5.50	216 8.50	652 25.67	658 25.91
P205/70 ^B _D 14	5.50	224 8.82	668 26.30	674 26.54
P185/60 ^B _D 14	5.00	203 7.99	710 27.95	—
15 NOMINAL DIAMETER — BIAS BELTED AND DIAGONAL (BIAS) PLY				
P195/75 ^B _D 15	5.50	216 8.50	691 27.21	703 27.68
P205/75 ^B _D 15	5.50	224 8.82	715 28.13	721 28.40
P215/75 ^B _D 15	6.00	238 9.37	725 28.70	735 29.02
P225/75 ^B _D 15	6.00	246 9.69	747 29.41	753 29.65
P235/75 ^B _D 15	6.50	256 10.20	761 29.96	769 30.28
P205/70 ^B _D 15	5.50	224 8.82	695 27.35	698 27.50
P215/70 ^B _D 15	6.00	238 9.37	705 27.75	715 28.13
P225/70 ^B _D 15	6.00	246 9.69	723 28.41	729 28.69
P195/60 ^B _D 15	5.50	216 8.50	693 27.28	—
P205/60 ^B _D 15	5.50	224 8.82	707 27.83	—
P205/50 ^B _D 15	5.50	224 8.82	621 24.45	—
P235/50 ^B _D 15	6.50	246 9.69	727 28.62	—
16 NOMINAL DIAMETER — BIAS BELTED AND DIAGONAL (BIAS) PLY				
P225/50 ^B _D 16	6.00	246 9.69	650 25.59	—
P245/50 ^B _D 16	7.00	273 10.75	672 26.46	—
P255/50 ^B _D 16	7.00	281 11.06	682 26.85	—

**"T" TYPE SPARE TIRES FOR
TEMPORARY USE ON PASSENGER CARS AND STATION WAGONS**

Millimeters (mm)
Inches (ins.)

DATOS 1 (Con't)

TIRE SIZE DESIGNATION	DESIGN RIM WIDTH	DESIGN NEW TIRE		**MAXIMUM GROWN TIRE		***MINIMUM SIZE FACTOR	APPROVED RIM CONTOUR
		SECTION WIDTH	OVERALL DIAMETER	OVERALL WIDTH	OVERALL DIAMETER		
T115/70*14	3.00	113	518	127	536	621	4T
		4.45	20.39	5.00	21.10	24.45	
T125/70*14	3.50	126	532	140	550	648	4T
		4.96	20.94	5.51	21.65	25.51	
T115/70*15	3.00	113	543	127	551	646	4T
		4.45	21.38	5.00	22.09	25.43	
T125/70*15	3.50	126	557	140	575	673	4T
		4.96	21.93	5.51	22.64	26.50	
T125/70*16	3.50	126	582	140	600	698	4T
		4.96	22.91	5.51	23.62	27.48	
T135/70*16	3.50	133	595	147	614	719	4T
		5.24	23.46	5.79	24.17	28.31	
T105/80*13	3.00	106	498	119	515	594	4T
		4.17	19.61	4.69	20.31	23.39	
T125/80*13	3.50	126	530	140	548	646	4T, 4½T
		4.96	20.87	5.51	21.57	25.43	
T135/80*14	3.50	133	572	147	590	695	4T, 4½T
		5.24	22.52	5.79	23.23	27.36	
T135/80*15	3.50	133	597	147	615	720	4T
		5.24	23.50	5.79	24.21	28.33	
T125/80*16	3.50	126	606	140	624	722	4T
		4.96	23.86	5.51	24.57	28.43	
T145/80*16	4.00	145	638	160	656	772	4T
		5.71	25.12	6.30	25.83	30.39	
T155/80*16	4.50	157	654	173	674	799	4T
		6.18	25.75	6.81	26.54	31.46	
T125/90*16	3.50	126	632	140	650	747	4T
		4.96	24.88	5.51	25.59	29.41	
T155/90*16	4.50	157	686	173	710	830	4T
		6.18	27.01	6.81	27.95	32.68	

**"P" TYPE TIRES
USED ON PASSENGER CARS AND STATION WAGONS**

Millimeters (mm)
Inches (ins.)

DATOS 1 (Con't)

TIRE SIZE DESIGNATION	DESIGN RIM WIDTH	DESIGN NEW TIRE			** MINIMUM SIZE FACTOR
		SECTION WIDTH	OVERALL DIAMETER		
			HWY/TRACTION TREAD	DEEP TRACTION TREAD	
13 NOMINAL DIAMETER — 60 SERIES					
P195/60*13	5.50	196 7.72	564 22.20	—	747 29.41
P205/60*13	5.50	203 7.99	576 22.68	—	766 30.16
P215/60*13	6.00	216 8.50	588 23.15	—	790 31.10
13 NOMINAL DIAMETER — 50 SERIES					
P215/50*13	6.00	216 8.50	546 21.50	—	749 29.49
P235/50*13	6.50	235 9.25	566 22.28	—	787 30.98
14 NOMINAL DIAMETER — 70 SERIES					
P185/70*14	5.00	184 7.24	616 24.25	622 24.49	787 30.98
P215/70*14	6.00	216 8.50	658 25.91	664 26.14	858 33.76
P225/70*14	6.00	223 8.78	672 26.46	678 26.69	879 34.61
P235/70*14	6.50	235 9.25	686 27.01	692 27.24	904 35.59
P245/70*14	7.00	248 9.76	700 27.56	706 27.80	930 36.61
14 NOMINAL DIAMETER — 60 SERIES					
P215/60*14	6.00	216 8.50	614 24.17	—	816 32.13
P235/60*14	6.50	235 9.25	638 25.12	—	857 33.74
P245/60*14	7.00	248 9.76	650 25.59	—	882 34.72
14 NOMINAL DIAMETER — 50 SERIES					
P245/50*14	7.00	248 9.76	602 23.70	—	835 32.87
P265/50*14	7.50	257 10.11	622 24.49	—	873 34.37

**"P" TYPE TIRES
USED ON PASSENGER CARS AND STATION WAGONS**

Millimeters (mm)
Inches (ins.)

DATOS 1 (Con't)

TIRE SIZE DESIGNATION	DESIGN RIM WIDTH	DESIGN NEW TIRE			**MINIMUM SIZE FACTOR
		SECTION WIDTH	OVERALL DIAMETER		
			HWY/TRACTION TREAD	DEEP TRACTION TREAD	
15 NOMINAL DIAMETER — 70 SERIES					
P185/70*15	5.00	184 7.24	641 25.24	647 25.47	812 31.97
P235/70*15	6.50	235 9.25	711 27.99	717 28.23	929 36.57
P245/70*15	7.00	248 9.76	725 28.54	731 28.78	955 37.60
P255/70*15	7.00	255 10.04	739 29.09	745 29.33	976 38.23
15 NOMINAL DIAMETER — 60 SERIES					
P215/60*15	6.00	216 8.50	639 25.16	—	841 33.11
P225/60*15	6.00	223 8.78	651 25.63	—	859 33.82
P235/60*15	6.50	235 9.25	663 26.10	—	882 34.72
P245/60*15	7.00	248 9.76	675 26.57	—	907 35.71
P255/60*15	7.00	255 10.04	687 27.05	—	925 36.42
P275/60*15	7.50	274 10.79	711 27.99	—	967 38.07
15 NOMINAL DIAMETER — 50 SERIES					
P245/50*15	7.00	248 9.76	627 24.65	—	860 33.86
P265/50*15	7.50	267 10.51	647 25.47	—	898 35.35
P275/50*15	7.50	274 10.79	657 25.87	—	915 36.02
P295/50*15	8.00	294 11.57	677 26.65	—	953 37.52
16 NOMINAL DIAMETER — 50 SERIES					
P265/50*16	7.50	267 10.51	672 26.46	—	923 36.34

**MAXIMUM DIMENSIONS OF GROWN TIRES IN SERVICE
FOR USE BY VEHICLE MANUFACTURERS IN DESIGNING FOR TIRE CLEARANCES
"P" TYPE TIRES DATOS 1 (Con't)**

Millimeters (mm)
Inches (ins.)

TIRE SIZE DESIGNATION	DESIGN RIM WIDTH	*MAX. OVERALL TIRE WIDTH	MAX. OVERALL TIRE DIAMETER	
			HIGHWAY TRACTION	DEEP TRACTION
13 NOMINAL DIAMETER — RADIAL PLY				
P195/60R13	5.50	212 8.35	562 22.91	—
P205/60R13	5.50	219 8.62	594 23.39	—
P215/60R13	6.00	254 9.21	606 23.86	—
P215/50R13	6.00	234 9.21	564 22.20	—
P235/50R13	6.50	254 10.00	584 22.99	—
14 NOMINAL DIAMETER — RADIAL PLY				
P185/70R14	5.00	199 7.83	634 24.96	640 25.20
P215/70R14	6.00	234 9.21	678 26.69	684 26.92
P225/70R14	6.00	241 9.49	692 27.24	698 27.48
P235/70R14	6.50	254 10.00	706 27.80	712 28.03
P245/70R14	7.00	268 10.55	722 28.43	728 28.66
P215/60R14	6.00	234 9.21	632 24.88	—
P235/60R14	6.50	254 10.00	656 25.83	—
P245/60R14	7.00	268 10.55	670 26.38	—
P245/50R14	7.00	268 10.55	624 24.57	—
P265/50R14	7.50	285 11.38	640 25.20	—
15 NOMINAL DIAMETER — RADIAL PLY				
P185/70R15	5.00	199 7.83	659 25.94	665 26.18
P235/70R15	6.50	254 10.00	731 28.78	737 29.02
P245/70R15	7.00	268 10.55	747 29.41	753 29.65
P255/70R15	7.00	275 10.83	751 29.46	767 30.20
P215/60R15	6.00	234 9.21	657 25.87	—
P225/60R15	6.00	241 9.49	665 26.34	—
P235/60R15	6.50	254 10.00	681 26.81	—
P245/60R15	7.00	268 10.55	695 27.36	—
P255/60R15	7.00	275 10.83	707 27.87	—
P275/60R15	7.50	294 11.66	731 28.78	—
P245/50R15	7.00	268 10.55	645 25.39	—
P265/50R15	7.50	269 11.38	665 26.18	—
P275/50R15	7.50	292 11.66	675 26.57	—
P295/50R15	8.00	318 12.52	697 27.44	—
16 NOMINAL DIAMETER — RADIAL PLY				
P265/50R16	7.50	289 11.38	650 25.71	—

**MAXIMUM DIMENSIONS OF GROWN TIRES IN SERVICE
FOR USE BY VEHICLE MANUFACTURERS IN DESIGNING FOR TIRE CLEARANCES
"P" TYPE TIRES DATOS 1 (Cont)**

Millimeters (mm)
Inches (ins.)

TIRE SIZE DESIGNATION	DESIGN RIM WIDTH	*MAX. OVERALL TIRE WIDTH	MAX. OVERALL TIRE DIAMETER	
			HIGHWAY/TRACTION TREAD	DEEP TRACTION TREAD
13 NOMINAL DIAMETER — BIAS BELTED AND DIAGONAL (BIAS) PLY				
P195/60 ^B _D 13	5.50	215	582	—
		8.50	22.97	—
P205/60 ^B _D 13	5.50	224	596	—
		8.87	23.46	—
P215/60 ^B _D 13	6.00	238	608	—
		9.37	24.04	—
P215/50 ^B _D 13	6.00	238	564	—
		9.37	22.20	—
P235/50 ^B _D 13	6.50	259	584	—
		10.20	22.99	—
14 NOMINAL DIAMETER — BIAS BELTED AND DIAGONAL (BIAS) PLY				
P185/70 ^B _D 14	5.00	203	636	642
		7.99	25.04	25.28
P215/70 ^B _D 14	6.00	238	684	690
		9.37	26.97	27.17
P225/70 ^B _D 14	6.00	246	698	704
		9.69	27.48	27.72
P235/70 ^B _D 14	6.50	259	714	720
		10.20	28.11	28.35
P245/70 ^B _D 14	7.00	276	728	734
		10.94	28.66	28.90
P215/60 ^B _D 14	6.00	238	634	—
		9.37	24.96	—
P235/60 ^B _D 14	6.50	259	662	—
		10.20	26.06	—
P245/60 ^B _D 14	7.00	273	674	—
		10.75	26.54	—
P245/50 ^B _D 14	7.00	273	622	—
		10.75	24.49	—
P265/50 ^B _D 14	7.50	295	642	—
		11.61	25.28	—
15 NOMINAL DIAMETER — BIAS BELTED AND DIAGONAL (BIAS) PLY				
P185/70 ^B _D 15	5.00	203	661	667
		7.99	26.02	26.26
P235/70 ^B _D 15	6.50	259	739	745
		10.20	29.09	29.33
P245/70 ^B _D 15	7.00	273	753	759
		11.75	29.65	29.89
P255/70 ^B _D 15	7.00	278	769	775
		10.94	30.28	30.51
P215/60 ^B _D 15	6.00	238	659	—
		9.37	25.94	—
P225/60 ^B _D 15	6.00	246	671	—
		9.69	26.42	—
P235/60 ^B _D 15	6.50	259	667	—
		10.20	27.05	—
P245/60 ^B _D 15	7.00	273	695	—
		10.75	27.52	—
P255/60 ^B _D 15	7.00	281	713	—
		11.06	28.07	—
P275/60 ^B _D 15	7.50	302	686	—
		11.89	27.68	—
P245/50 ^B _D 15	7.00	273	647	—
		10.75	24.47	—
P265/50 ^B _D 15	7.50	295	667	—
		11.61	26.26	—
P275/50 ^B _D 15	7.50	302	675	—
		11.89	26.72	—
P295/50 ^B _D 15	8.00	324	701	—
		12.76	27.67	—
16 NOMINAL DIAMETER — BIAS BELTED AND DIAGONAL (BIAS) PLY				
P265/50 ^B _D 16	7.50	295	692	—
		11.61	27.67	—

rangos y magnitudes de carga de la llanta, datos 2;

contorno(s) y válvula(s) de aros aprobados para cada tamaño de llanta, datos 3;

dimensiones del contorno del aro, figuras 2, 3, 4, 5 y 6;

dimensiones de la válvula y otros datos y notas necesarios para llanta/aro/válvula intercambiables.

- INTERNATIONAL STANDARD ISO 3006 de la Organización Internacional para la Normalización, intitulada Vehículos de carretera-Ruedas de carros de pasajeros-Métodos de prueba, Segunda edición 1976-12-15.

Establece para la prueba de fatiga flexionante el equipo,

el procedimiento, aquí indica que la fuerza de apriete de los tornillos no debe caer por debajo del 50o/o de su valor inicial cuando el número de ciclos de carga mínimo ha sido alcanzado y que el momento flexionante se mantendrá en $\pm 2.50/o$, y

la determinación del momento flexionante, el cual se calcula por la fórmula

$$M = (R\mu + d) F_{v1} S$$

donde

R es el radio estático cargado, en metros, de la más grande llanta a ser usada en la rueda como lo especifica el fabricante de vehículos;

μ es el coeficiente de fricción considerado que se desarrolla entre la llanta y la carretera (= 0.7);

d es el dentro o fuera de la rueda, en metros;

F_{v1} es la carga de la carga máxima estática vertical, en newtons, en el eje delantero;

S es el factor de aceleramiento de prueba (= 1.0).

- SAE J328a de la Sociedad de Ingenieros de Automoción, intitulada Ruedas-Carros de pasajeros-Requerimientos de ejecución y procedimientos de prueba, Eci-

"P" TYPE TIRES
USED ON PASSENGER CARS AND STATION WAGONS
TIRE AND RIM ASSOCIATION STANDARD

DATOS 2

TIRE SIZE DESIGNATION	TIRE LOAD LIMITS AT VARIOUS COLD INFLATION PRESSURES										
	(kPa) (psid)	120 17	140 20	160 23	180 26	200 29	220 32	240 35	260 38	280 41	
12 NOMINAL DIAMETER — 80 SERIES											
P145/80*12	Standard Load	(kg) (lbs.)	260 573	280 617	300 661	320 705	335 739	355 783	376 816		
13 NOMINAL DIAMETER — 80 SERIES											
P145/80*13	Standard Load	(kg) (lbs.)	275 606	300 661	320 705	340 750	355 783	375 827	390 860		
P155/80*13	Standard Load	(kg) (lbs.)	310 683	335 739	355 783	380 835	400 882	420 926	435 959		
P155/80*13	Standard Load	(kg) (lbs.)	345 761	370 816	395 871	420 926	445 981	465 1025	485 1069		
P175/80*13	Standard Load	(kg) (lbs.)	380 836	410 904	440 970	465 1025	490 1080	515 1135	535 1179		
P185/80*13	Standard Load	(kg) (lbs.)	415 915	450 992	480 1055	510 1122	540 1190	565 1246	590 1301		
13 NOMINAL DIAMETER — 70 SERIES											
P175/70*13	Standard Load	(kg) (lbs.)	335 739	360 794	385 849	405 893	430 948	450 992	470 1036		
P185/70*13	Standard Load	(kg) (lbs.)	365 805	395 871	420 926	450 981	470 1036	495 1091	515 1135		
P195/70*13	Standard Load	(kg) (lbs.)	400 882	435 948	460 1014	490 1080	515 1135	540 1190	565 1246		
P205/70*13	Standard Load	(kg) (lbs.)	435 959	470 1036	505 1113	535 1179	560 1235	590 1301	615 1356		
14 NOMINAL DIAMETER — 75 SERIES											
P175/75*14	Standard Load	(kg) (lbs.)	375 827	405 893	435 959	460 1014	485 1069	510 1124	530 1168		
P185/75*14	Standard Load	(kg) (lbs.)	410 902	445 981	475 1047	505 1113	530 1168	560 1235	585 1290		
P195/75*14	Standard Load	(kg) (lbs.)	450 992	485 1069	520 1146	550 1213	580 1279	610 1345	635 1400		
P195/75*14	Extra Load	(kg) (lbs.)	450 992	485 1069	520 1146	550 1213	580 1279	610 1345	635 1400	665 1466	690 1521
**P205/75*14	Standard Load	(kg) (lbs.)	490 1080	530 1168	565 1246	600 1323	635 1400	665 1466	695 1532		
P215/75*14	Standard Load	(kg) (lbs.)	535 1179	575 1265	615 1356	650 1433	690 1521	720 1587	755 1664		
P225/75*14	Standard Load	(kg) (lbs.)	575 1265	620 1367	660 1454	705 1542	745 1630	780 1707	815 1784		
14 NOMINAL DIAMETER — 70 SERIES											
P195/70*14	Standard Load	(kg) (lbs.)	420 926	455 1003	485 1069	515 1135	545 1201	570 1257	595 1312		
P205/70*14	Standard Load	(kg) (lbs.)	460 1014	495 1091	530 1168	560 1235	590 1301	620 1367	650 1433		
14 NOMINAL DIAMETER — 60 SERIES											
P185/60*14	Standard Load	(kg) (lbs.)	335 739	360 794	385 849	410 904	430 948	455 1003	475 1047		

"P" TYPE TIRES

USED ON PASSENGER CARS AND STATION WAGONS

DATOS2 (Con't.)

TIRE AND RIM ASSOCIATION STANDARD

TIRE SIZE DESIGNATION	TIRE LOAD LIMITS AT VARIOUS COLD INFLATION PRESSURES									
	(kPa) (psi)	120 17	140 20	160 23	180 26	200 29	220 32	240 35	260 38	280 41
75 NOMINAL DIAMETER — 75 SERIES										
P195/75*15	Standard Load (kg)	470	510	545	580	610	640	670		
	Load (lbs.)	1036	1124	1201	1279	1345	1411	1477		
P205/75*15	Standard Load (kg)	515	555	595	630	665	695	725		
	Load (lbs.)	1135	1224	1312	1389	1466	1532	1598		
P215/75*15	Standard Load (kg)	555	600	645	685	720	755	790		
	Load (lbs.)	1224	1323	1422	1510	1587	1664	1742		
	Extra Load (kg)	555	600	645	685	720	755	790	820	850
	Load (lbs.)	1224	1323	1422	1510	1587	1664	1742	1805	1874
P225/75*15	Standard Load (kg)	605	650	695	740	780	815	850		
	Load (lbs.)	1334	1443	1532	1631	1720	1797	1874		
	Extra Load (kg)	605	650	695	740	780	815	850	885	920
	Load (lbs.)	1334	1443	1532	1631	1720	1797	1874	1951	2028
P235/75*15	Standard Load (kg)	650	700	750	795	840	880	920		
	Load (lbs.)	1433	1543	1653	1753	1852	1940	2028		
	Extra Load (kg)	650	700	750	795	840	880	920	955	990
	Load (lbs.)	1433	1543	1653	1753	1852	1940	2028	2105	2182
15 NOMINAL DIAMETER — 70 SERIES										
P205/70*15	Standard Load (kg)	460	520	555	590	620	650	680		
	Load (lbs.)	1018	1146	1224	1301	1367	1433	1499		
P215/70*15	Standard Load (kg)	520	565	600	640	675	705	735		
	Load (lbs.)	1146	1246	1323	1411	1488	1554	1620		
P225/70*15	Standard Load (kg)	565	610	650	690	725	760	795		
	Load (lbs.)	1246	1345	1433	1521	1598	1675	1752		
15 NOMINAL DIAMETER — 60 SERIES										
P195/60*15	Standard Load (kg)	385	415	445	470	495	520	540		
	Load (lbs.)	849	915	981	1036	1092	1146	1190		
P205/60*15	Standard Load (kg)	415	450	480	510	540	565	590		
	Load (lbs.)	915	992	1058	1124	1190	1246	1301		
15 DIAMETER DESIGNATION — 50 SERIES										
P205/50*15	Standard Load (kg)	360	385	415	440	460	485	505		
	Load (lbs.)	794	849	915	970	1014	1069	1113		
P225/50*15	Standard Load (kg)	420	450	480	510	540	565	590		
	Load (lbs.)	926	992	1058	1124	1190	1246	1301		
16 NOMINAL DIAMETER — 50 SERIES										
P225/50*16	Standard Load (kg)	455	470	505	535	565	590	620		
	Load (lbs.)	1004	1046	1113	1179	1246	1301	1367		
P245/50*16	Standard Load (kg)	505	545	580	615	660	685	715		
	Load (lbs.)	1113	1202	1279	1356	1433	1510	1576		
P255/50*16	Standard Load (kg)	540	580	625	660	695	730	765		
	Load (lbs.)	1190	1279	1378	1455	1532	1609	1686		

**"T" TYPE SPARE TIRES FOR
TEMPORARY USE ON PASSENGER CARS AND STATION WAGONS**

TIRE AND RIM ASSOCIATION STANDARD

(Loads and inflation pressure assigned to these tires are based on their use
in a temporary one-position application)

DATOS 2 (Con't)

TIRE SIZE DESIGNATION	TIRE LOAD LIMITS	
	lbs. @ 60 psi	kg @ 415 kPa
70 SERIES		
T115/70*14	1235	560
T125/70*14	1470	645
T115/70*15	1310	595
T125/70*15	1500	680
T125/70*16	1575	715
T135/70*16	1775	805
80 SERIES		
T105/80*13	1036	470
T125/80*13	1378	625
T135/80*14	1609	730
T135/80*15	1742	790
T125/80*16	1609	730
T145/80*16	2050	930
T155/80*16	2282	1035
90 SERIES		
T125/90*16	1642	745
T155/90*16	2337	1050

"P" TYPE TIRES

USED ON PASSENGER CARS AND STATION WAGONS

DATOS 2 (Con't) TIRE AND RIM ASSOCIATION STANDARD

TIRE SIZE DESIGNATION	TIRE LOAD LIMITS AT VARIOUS COLD INFLATION PRESSURES								
	(kPa) (psii)	120 17	140 20	160 23	180 26	200 29	220 32	240 35	
13 NOMINAL DIAMETER — 60 SERIES									
P195/60*13	Standard Load	(kg) (lbs.)	345 761	375 827	400 882	425 937	445 981	470 1036	490 1080
	Standard Load	(kg) (lbs.)	375 827	405 893	435 959	460 1014	485 1069	510 1124	535 1179
P205/60*13	Standard Load	(kg) (lbs.)	410 904	440 970	470 1036	500 1102	530 1168	555 1224	580 1279
	Standard Load	(kg) (lbs.)	410 904	440 970	470 1036	500 1102	530 1168	555 1224	580 1279
13 NOMINAL DIAMETER — 50 SERIES									
P215/50*13	Standard Load	(kg) (lbs.)	350 772	380 838	405 893	430 948	450 992	475 1047	495 1091
	Standard Load	(kg) (lbs.)	405 893	440 970	470 1036	500 1102	525 1157	550 1213	575 1268
P235/50*13	Standard Load	(kg) (lbs.)	405 893	440 970	470 1036	500 1102	525 1157	550 1213	575 1268
	Standard Load	(kg) (lbs.)	405 893	440 970	470 1036	500 1102	525 1157	550 1213	575 1268
14 NOMINAL DIAMETER — 70 SERIES									
P185/70*14	Standard Load	(kg) (lbs.)	385 849	415 915	445 981	470 1036	495 1091	520 1146	545 1201
	Standard Load	(kg) (lbs.)	500 1102	535 1179	575 1268	610 1345	640 1411	675 1488	705 1554
P215/70*14	Standard Load	(kg) (lbs.)	540 1190	580 1279	620 1367	660 1455	695 1532	730 1609	760 1675
	Standard Load	(kg) (lbs.)	540 1190	580 1279	620 1367	660 1455	695 1532	730 1609	760 1675
P225/70*14	Standard Load	(kg) (lbs.)	580 1279	625 1378	670 1477	710 1565	750 1653	785 1731	820 1808
	Standard Load	(kg) (lbs.)	580 1279	625 1378	670 1477	710 1565	750 1653	785 1731	820 1808
P235/70*14	Standard Load	(kg) (lbs.)	625 1378	675 1488	720 1587	765 1687	805 1775	845 1863	880 1940
	Standard Load	(kg) (lbs.)	625 1378	675 1488	720 1587	765 1687	805 1775	845 1863	880 1940
14 NOMINAL DIAMETER — 60 SERIES									
P215/60*14	Standard Load	(kg) (lbs.)	430 938	465 1025	495 1091	530 1168	555 1224	585 1290	610 1345
	Standard Load	(kg) (lbs.)	500 1102	540 1190	580 1279	615 1356	645 1422	680 1499	710 1565
P235/60*14	Standard Load	(kg) (lbs.)	540 1190	580 1279	620 1367	660 1455	695 1532	730 1609	760 1675
	Standard Load	(kg) (lbs.)	540 1190	580 1279	620 1367	660 1455	695 1532	730 1609	760 1675
14 NOMINAL DIAMETER — 50 SERIES									
P245/50*14	Standard Load	(kg) (lbs.)	460 1014	495 1080	530 1168	565 1234	595 1312	625 1378	650 1434
	Standard Load	(kg) (lbs.)	525 1157	570 1257	610 1345	645 1422	660 1499	715 1576	745 1642
P265/50*14	Standard Load	(kg) (lbs.)	525 1157	570 1257	610 1345	645 1422	660 1499	715 1576	745 1642
	Standard Load	(kg) (lbs.)	525 1157	570 1257	610 1345	645 1422	660 1499	715 1576	745 1642

"P" TYPE TIRES
USED ON PASSENGER CARS AND STATION WAGONS
DATOS 2 (Con't.) **TIRE AND RIM ASSOCIATION STANDARD**

TIRE SIZE DESIGNATION	TIRE LOAD LIMITS AT VARIOUS COLD INFLATION PRESSURES									
	(kPa) (psii)	120 17	140 20	160 23	180 26	200 29	220 32	240 35	260 38	280 41
15 NOMINAL DIAMETER — 70 SERIES										
P185/70*15	Standard Load	(kg) 405 <i>893</i>	435 <i>959</i>	465 <i>1025</i>	495 <i>1091</i>	520 <i>1146</i>	550 <i>1213</i>	570 <i>1257</i>		
	Standard Load	(kg) 605 <i>1334</i>	655 <i>1444</i>	700 <i>1543</i>	745 <i>1642</i>	785 <i>1721</i>	820 <i>1808</i>	850 <i>1896</i>		
P245/70*15	Standard Load	(kg) 650 <i>1433</i>	705 <i>1554</i>	755 <i>1664</i>	800 <i>1764</i>	840 <i>1852</i>	885 <i>1951</i>	920 <i>2028</i>		
	Extra Load	(kg) 650 <i>1433</i>	705 <i>1554</i>	755 <i>1664</i>	800 <i>1764</i>	840 <i>1852</i>	885 <i>1951</i>	920 <i>2028</i>	960 <i>2116</i>	995 <i>2194</i>
P255/70*15	Standard Load	(kg) 700 <i>1543</i>	755 <i>1664</i>	805 <i>1775</i>	855 <i>1885</i>	900 <i>1994</i>	945 <i>2083</i>	990 <i>2183</i>		
15 NOMINAL DIAMETER — 60 SERIES										
P215/60*15	Standard Load	(kg) 450 <i>992</i>	490 <i>1080</i>	520 <i>1146</i>	555 <i>1224</i>	585 <i>1290</i>	610 <i>1345</i>	640 <i>1411</i>		
	Standard Load	(kg) 490 <i>1080</i>	525 <i>1157</i>	565 <i>1246</i>	595 <i>1312</i>	630 <i>1389</i>	660 <i>1455</i>	690 <i>1521</i>		
P235/60*15	Standard Load	(kg) 525 <i>1157</i>	565 <i>1246</i>	605 <i>1334</i>	645 <i>1422</i>	680 <i>1499</i>	710 <i>1565</i>	745 <i>1642</i>		
	Standard Load	(kg) 565 <i>1246</i>	610 <i>1335</i>	650 <i>1423</i>	690 <i>1511</i>	730 <i>1599</i>	765 <i>1687</i>	795 <i>1753</i>		
P245/60*15	Standard Load	(kg) 605 <i>1334</i>	650 <i>1433</i>	695 <i>1532</i>	740 <i>1631</i>	780 <i>1720</i>	820 <i>1808</i>	855 <i>1885</i>		
	Standard Load	(kg) 690 <i>1521</i>	745 <i>1642</i>	795 <i>1753</i>	845 <i>1863</i>	890 <i>1952</i>	930 <i>2050</i>	975 <i>2149</i>		
15 NOMINAL DIAMETER — 50 SERIES										
P245/50*15	Standard Load	(kg) 480 <i>1058</i>	520 <i>1146</i>	555 <i>1224</i>	590 <i>1301</i>	620 <i>1367</i>	655 <i>1444</i>	680 <i>1499</i>		
	Standard Load	(kg) 550 <i>1213</i>	595 <i>1312</i>	635 <i>1400</i>	675 <i>1488</i>	710 <i>1565</i>	745 <i>1642</i>	780 <i>1720</i>		
P275/50*15	Standard Load	(kg) 585 <i>1290</i>	635 <i>1400</i>	680 <i>1499</i>	720 <i>1587</i>	760 <i>1675</i>	795 <i>1753</i>	830 <i>1830</i>		
	Standard Load	(kg) 660 <i>1455</i>	715 <i>1576</i>	765 <i>1687</i>	810 <i>1786</i>	855 <i>1885</i>	895 <i>1973</i>	935 <i>2061</i>		
16 NOMINAL DIAMETER — 50 SERIES										
P265/50*16	Standard Load	(kg) 575 <i>1268</i>	620 <i>1367</i>	665 <i>1466</i>	705 <i>1554</i>	745 <i>1642</i>	780 <i>1720</i>	815 <i>1797</i>		

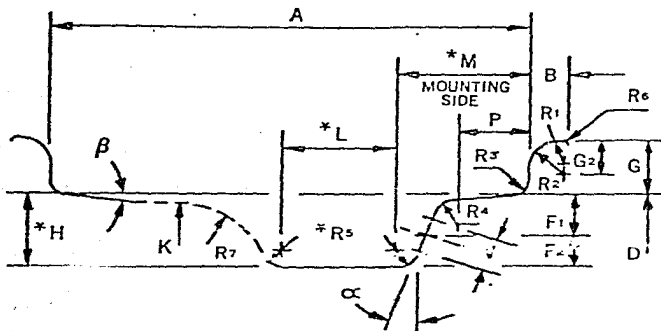
**APPROVED RIM CONTOURS FOR "P" TYPE TIRES USED ON
PASSENGER CARS AND STATION WAGONS
(FOR DESIGN RIM WIDTH SEE GENERAL DATA TABLES)**

DATOS 3 (Con't)

TIRE SIZE DESIGNATION	APPROVED RIM CONTOURS	TIRE SIZE DESIGNATION	APPROVED RIM CONTOURS	TIRE SIZE DESIGNATION	APPROVED RIM CONTOURS
13 NOMINAL DIAMETER		14 NOMINAL DIAMETER		15 NOMINAL DIAMETER	
P195/60*13	5JB, 5½JB, 6JB, 6½JB, 7JB, 7½JB	P185/70*14	5JJ, 5½JJ, 6JJ, 6½JJ	P185/70*15	5JJ, 5½JJ, 6JJ, 6½JJ
P205/60*13	5½JB, 6JB, 6½JB, 7JB, 7½JB, 8JB	P215/70*14	5½JJ, 6JJ, 6½JJ, 7JJ, 7½JJ	P235/70*15	6JJ, 6½JJ, 7JJ, 7½JJ, 8JJ, 8½JJ
P215/60*13	5½JB, 6JB, 6½JB, 7JB, 7½JB, 8JB, 8½JB	P225/70*14	6JJ, 6½JJ, 7JJ, 7½JJ, 8JJ	P245/70*15	6½JJ, 7JJ, 7½JJ, 8JJ, 8½JJ, 9JJ
P215/50*13	5½JB, 6JB, 6½JB, 7JB, 7½JB, 8JB, 8½JB	P235/70*14	6JJ, 6½JJ, 7JJ, 7½JJ, 8JJ, 8½JJ	P255/70*15	6½JJ, 7JJ, 7½JJ, 8JJ, 8½JJ, 9JJ
P235/50*13	6JB, 6½JB, 7JB, 7½JB, 8JB, 8½JB, 9JB	P245/70*14	6½JJ, 7JJ, 7½JJ, 8JJ, 8½JJ, 9JJ	P215/60*15	5½JJ, 6JJ, 6½JJ, 7JJ, 7½JJ, 8JJ, 8½JJ
		P215/60*14	5½JJ, 6JJ, 6½JJ, 7JJ, 7½JJ, 8JJ, 8½JJ	P225/60*15	6JJ, 6½JJ, 7JJ, 7½JJ, 8JJ, 8½JJ, 9JJ
		P235/60*14	6JJ, 6½JJ, 7JJ, 7½JJ, 8JJ, 8½JJ, 9JJ	P235/60*15	6JJ, 6½JJ, 7JJ, 7½JJ, 8JJ, 8½JJ, 9JJ
		P245/60*14	6½JJ, 7JJ, 7½JJ, 8JJ, 8½JJ, 9JJ	P245/60*15	6½JJ, 7JJ, 7½JJ, 8JJ, 8½JJ, 9JJ
		P245/50*14	6½JJ, 7JJ, 7½JJ, 8JJ, 8½JJ, 9JJ	P255/60*15	6½JJ, 7JJ, 7½JJ, 8JJ, 8½JJ, 9JJ, 10JJ
		P265/50*14	7JJ, 7½JJ, 8JJ, 8½JJ, 9JJ, 10JJ	P275/60*15	7JJ, 7½JJ, 8JJ, 8½JJ, 9JJ, 10JJ, 11JJ
				P245/50*15	6½JJ, 7JJ, 7½JJ, 8JJ, 8½JJ, 9JJ
				P265/50*15	7JJ, 7½JJ, 8JJ, 8½JJ, 9JJ, 10JJ
				P275/50*15	7JJ, 7½JJ, 8JJ, 8½JJ, 9JJ, 10JJ, 11JJ
16 NOMINAL DIAMETER				P295/50*15	7½JJ, 8JJ, 8½JJ, 9JJ, 10JJ, 11JJ
P265/50*16	7JJ, 7½JJ, 8JJ, 8½JJ, 9JJ, 9½JJ, 10JJ				

Figura 2

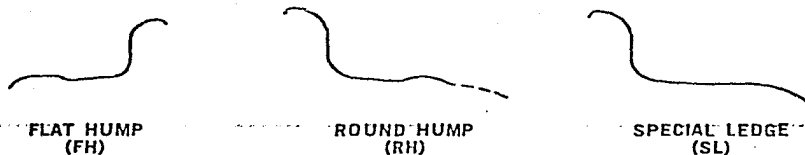
TIRE AND RIM ASSOCIATION
STANDARD CONTOUR SYMBOLS AND NOMENCLATURE



- A Specified rim width
- B Flange width
- D Specified rim diameter
- F1, F2 Rim Hole for valve location
- G Flange height
- G2 Flange radius location
- H Well depth
- K Ledge diameter
- L Well width
- M Well position
- P Bead seat width
- R1 Flange compound radius
- R2 Flange radius
- R3 Bead seat radius
- R4 Well top radius
- R5 Well bottom radius
- R6 Flange edge radius
- R7 Well wall radius
- V Rim hole or slot for valve
- α Well angle
- β Bead seat angle

*Rim well must clear a gage made to these dimensions at M max. or less.

OPTIONAL BEAD SEAT PROFILES



DEFINICIONES DE LA NOMENCLATURA DEL ARCO

Designación del tamaño del arco:
designación del diámetro del arco x contorno del
arco (a menos que específicamente se defina otra
cosa) Ejemplo: 15 X 6JJ

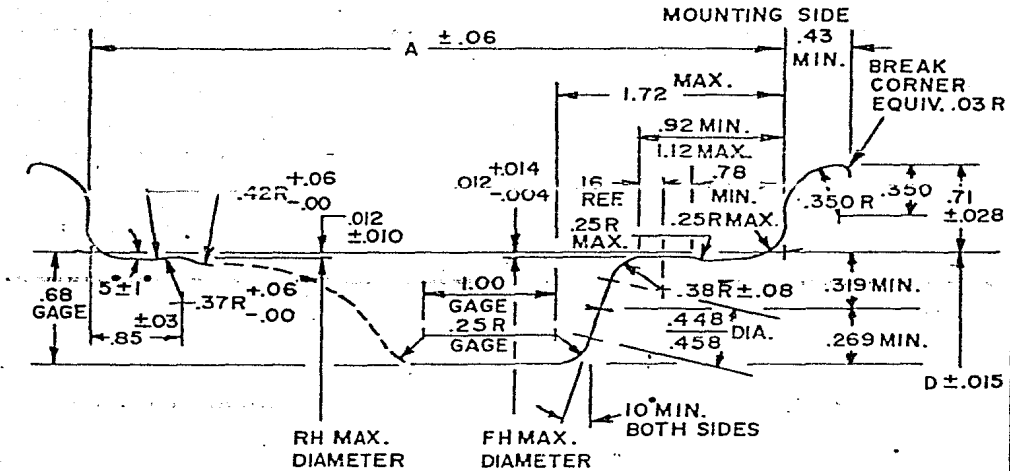
Contorno del arco:
identificado por números y/o letras muestra el
ancho designado y el contorno del arco.

Figura 3

5° DROP CENTER RIM CONTOURS
 JJ "COMBINATION HUMP" CONTOURS
 FOR 14, 15 AND 16 DIAMETER DESIGNATIONS

TIRE AND RIM ASSOCIATION STANDARD

DIMENSIONS
 IN INCHES



RIM CONTOUR	A
4½JJ	4.50
5JJ	5.00
5½JJ	5.50
6JJ	6.00
6½JJ	6.50
7JJ	7.00
7½JJ	7.50
8JJ	8.00
8½JJ	8.50
9JJ	9.00
*9½JJ	9.50
10JJ	10.00
11JJ	11.00
12JJ	12.00

*16 Diameter only

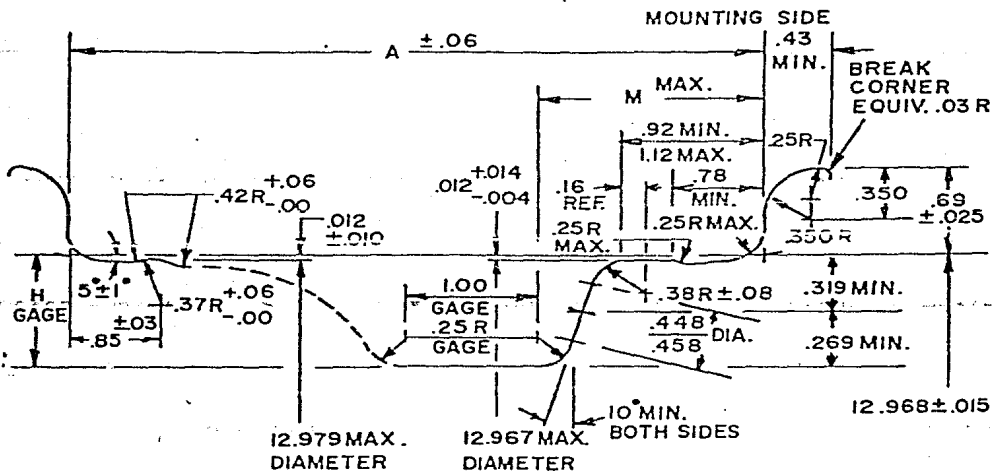
DIAMETER DESIGNATION	D	FH MAX.	RH MAX.
14	13.968	13.967	13.979
15	14.968	14.967	14.979
16	15.968	15.967	15.979

Figura 4

5° DROP CENTER RIM CONTOURS
 JB "COMBINATION HUMP" CONTOURS
 FOR 13 DIAMETER DESIGNATION

TIRE AND RIM ASSOCIATION STANDARD

DIMENSIONS
 IN INCHES



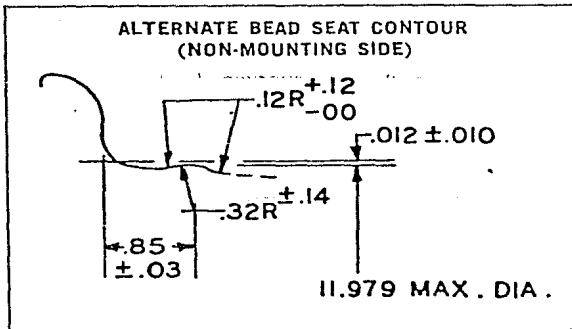
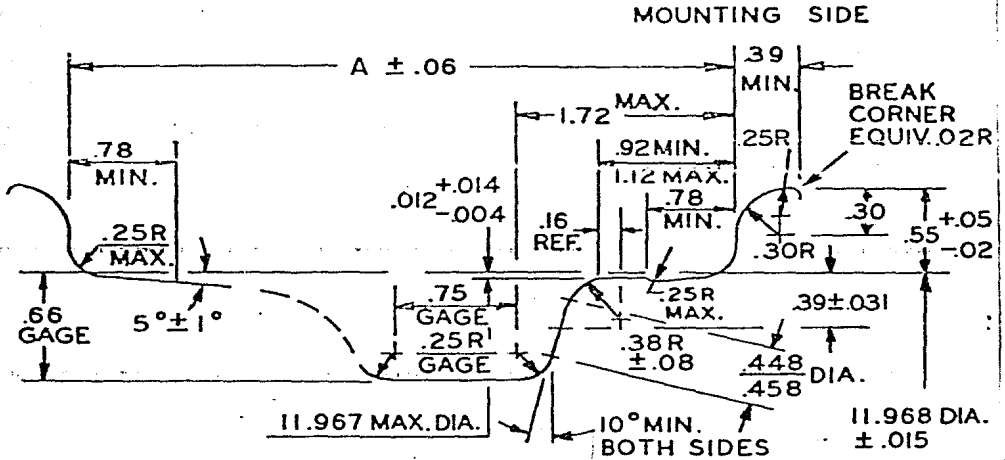
RIM CONTOUR	A
4½JB	4.50
5JB	5.00
5½JB	5.50
6JB	6.00
6½JB	6.50
7JB	7.00
7½JB	7.50
8JB	8.00
8½JB	8.50
9JB	9.00

H GAGE	M MAX.
.72	1.72
.68	1.58

Figura 5

5° DROP CENTER RIM CONTOURS
 B CONTOUR
 FOR 12 DIAMETER DESIGNATION
 TIRE AND RIM ASSOCIATION STANDARD

DIMENSIONS
 IN INCHES



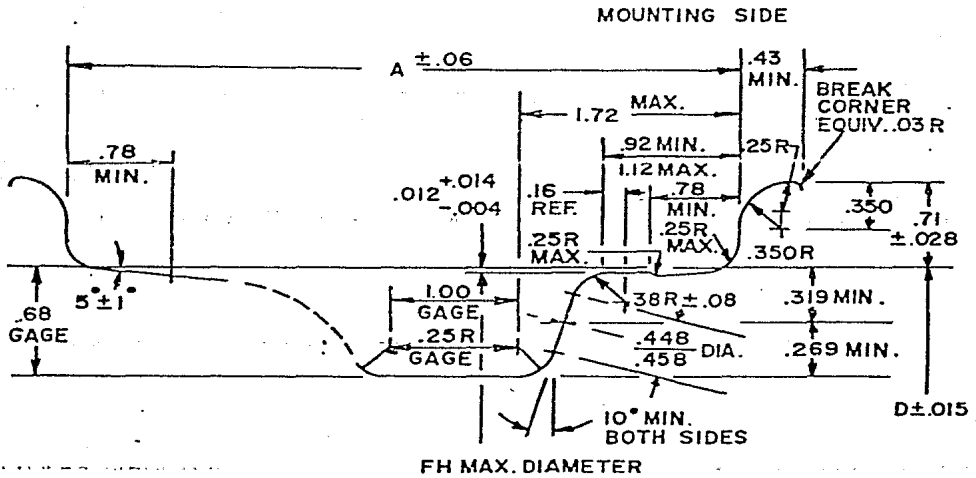
RIM CONTOUR	A
4.00B	4.00
4.50B	4.50
5.00B	5.00
5.50B	5.50
6.00B	6.00

Figura 6

5° DROP CENTER RIM CONTOURS
T CONTOURS
FOR 13, 14, 15 AND 16 DIAMETER DESIGNATIONS
(For T Type Temporary Use Passenger Car Tires Only)

TIRE AND RIM ASSOCIATION STANDARD

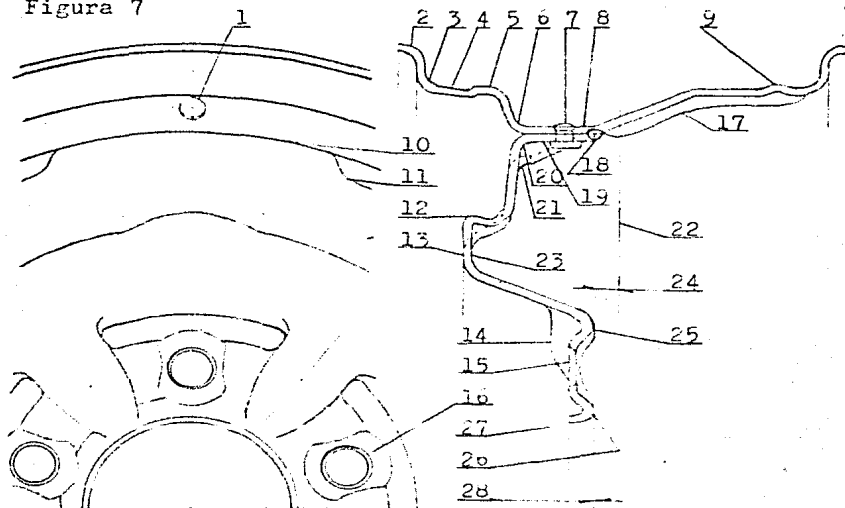
DIMENSIONS
IN INCHES



RIM CONTOUR	A
4T	4.00
4½T	4.50

DIAMETER DESIGNATION	D	FH MAX.
13	12.968	12.967
14	13.968	13.967
15	14.968	14.967
16	15.968	15.967

Figura 7



1 agujero de válvula, 2 ceja del lado exterior, 3 radio de asiento de ceja del lado exterior, 4 asiento de ceja del lado exterior, 5 joroba del lado exterior, 6 radio del canal, 7 soldadura de tacna de broche o remache, 8 canal, 9 joroba del lado interior, 10 rayo, 11 abertura de ceja, 12 retén del tapón del cuco, 13 sombrero, 14 costilla, 15 agujero de tornillo y asiento de tuerca, 16 patrón de las tuercas de la rueda, 17 pierna del lado interior, 18 soldadura de arco de broche, 19 ceja del rayo, 20 radio de ceja, 21 radio de la abertura de ceja, 22 línea central del arco, 23 radio del sombrero, 24 desplazamiento (positivo el mostrado), 25 superficie de montaje exterior, 26 superficie de montaje interior, 27 agujero del centro, 28 des-nivel.

ción 1985.

Consta de

el alcance,

las definiciones (figura 7),

los requerimientos de ejecución, que para la prueba de fatiga flexionante son:

no. de ciclos mínimo = 18 000 (ruedas de acero prensadas) y

momento flexionante (similar a la norma anterior),

los procedimientos de prueba, especificando para la prueba de fatiga flexionante:

el equipo y

el procedimiento, donde señala que la fuerza de apriete de los tornillos debe ser 85 ± 5 lb-ft y que la posición final de la rueda sujeta en el plato giratorio sin carga señalará una centricidad en el punto de carga de 0.010 in como lectura total máxima del indicador.

- Engineering Standard PE-4399, de la Oficina de Ingeniería de la Corporación CHRYSLER, intitulada NORMA DE EJECUCION-RUEDAS DE CARRETERA, Edición 11-20-81.

Aún cuando los datos no están actualizados, los presentamos como ejemplo, datos 4. Esta norma se basa en la anterior en lo concerniente a la prueba de fatiga flexionante.

3.2 Normas nacionales

Dos son las normas que presentamos relacionadas con el propósito del presente trabajo:

- NOM-D-135-1979, de la Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial, Dirección General de Normas, Departamento de Normalización Nacional, intitulada Industria Automotriz-Rines-Nomenclatura. De su contenido rescatamos la noción de desplazamiento, que es la distancia desde la superficie de montaje del disco a la línea central del arco (Figura 8), las nomenclaturas de el arco y el disco se dieron en las normas internacionales.

- NOM-D-136-1980, de la Secretaría de Patrimonio

Datos 4

*TABLE I - SERVICE FACTORS

<u>SERVICE FACTORS</u>	<u>REAR WHEEL DRIVE STEEL WHEELS</u>	<u>TRUCK, HEAVY DUTY & FRT. WHEEL DRIVE, STEEL WHEELS</u>	<u>REAR WHEEL & FRT. WHEEL DRIVE ALUMINUM WHEELS</u>
High Load Bend	2.00	2.20	2.50
Low Load Bend	1.20	1.33	1.50
Rotary Fatigue	1.60	1.70	2.00
Radial Fatigue	2.00	2.20	2.50

<u>TEST CYCLES</u>	<u>REAR WHEEL DRIVE STEEL WHEELS</u>	<u>FRT. WHEEL DRIVE STEEL WHEELS</u>	<u>REAR WHEEL & FRT. WHEEL DRIVE ALUMINUM WHEELS</u>
High Load Bend	10,000	20,000	40,000
Low Load Bend	300,000	600,000	1,200,000
Rotary Fatigue	20,000	30,000	100,000
Radial Fatigue	500,000	1,000,000	1,000,000

NOTE: Front wheel drive compact spare wheels satisfactory at 500,000 radial fatigue minimum cycles.

PASSENGER CAR WHEELS

FF4399—TABLE II (A) — 1982 SPECIFICATION SHEET (METRIC UNITS)

Body	Road Wheel - Ref P/N	Off-set (cm)	Base Load (kN)	Static Loaded Radius (mm)	Rotary Fatigue (kN)	Radial Fatigue (kN)	HLB (kN)	LLD (kN)	Test Tire	Remarks
L	13 x 4.5JJ - 4126765	40.0	4.40	264	1.695	9.70	9.70	3.96	6.50-13	Std. steel wheel
L	13 x 5.0JB - 4126759	40.0	4.40	264	1.695	9.70	9.70	3.95	"	Opt. "
L	13 x 5.5JJ - 5204442	40.0	4.40	254	1.990	11.01	11.01	6.61	"	Cast alum.
L	14 x 5.5J - 4126818	60.0	4.40	259	2.011	11.01	11.01	6.61	H78-14	"
K	14 x 4.0T - 4126752	22.0	5.03	229	1.641	11.05	11.05	6.73	T165/13	Compact spare
K	14 x 4.0T - 4238715	45.0	5.03	236	1.795	11.12	11.05	6.75	T115/14	"
K	13 x 5.0JB - 4126655	40.0	5.03	264	1.925	11.12	11.05	6.73	6.50-13	Std. steel
LK	14 x 5.5JJ - 4238565	40.0	5.03	269	1.952	11.12	11.05	6.76	H7C-14	Styled steel
K	14 x 5.5JJ - 4126669	40.0	5.03	274	1.979	11.12	11.05	6.78	"	Wheel cover
LK	14 x 5.5JJ - 4126934	40.0	5.03	276	2.332	12.57	12.57	7.58	"	Cast alum.
K	14 x 6.0JJ - 4238510	40.0	5.34	279	2.264	12.23	12.28	7.74	"	Heavy duty
H	15 x 6.0JJ - 4264005	40.0	4.67	335	2.373	11.68	11.68	7.01	H73-15	Cast alum.
HJ	15 x 4.0T - 3280931	22.3	6.68	264	2.440	13.34	13.34	7.25	T115/15	Compact spare
HJ	15 x 5.5JJ - 3766347	12.7	7.12	305	2.576	14.23	14.23	8.54	H78-15	Std. steel
HJ	15 x 6.5JJ - 4126930	12.7	7.12	305	2.576	14.23	14.23	8.54	"	Opt. steel
HJ	15 x 7.0JJ - 4126575	6.35	7.12	305	2.580	14.23	14.23	8.54	"	"
HJ	15 x 7.0JJ - 3766577	6.35	8.50	325	3.290	13.68	13.68	11.83	8.50-15	Heavy duty
HJ	15 x 7.0JJ - 4126892	6.35	7.12	305	3.322	17.79	17.79	10.68	"	Cast alum.
Y	15 x 7.0JJ - 4126696	6.35	7.12	305	3.322	17.79	17.79	10.68	"	"

Date of 7 (cont'd)

8-26-81
Dept. 3330

(Continued)

Volume 9 Section Page No. 129 (10)

PASSENGER CAR WHEELS

FF4399—TABLE II (A) — 1922 SPECIFICATION SHEET (METRIC UNITS)

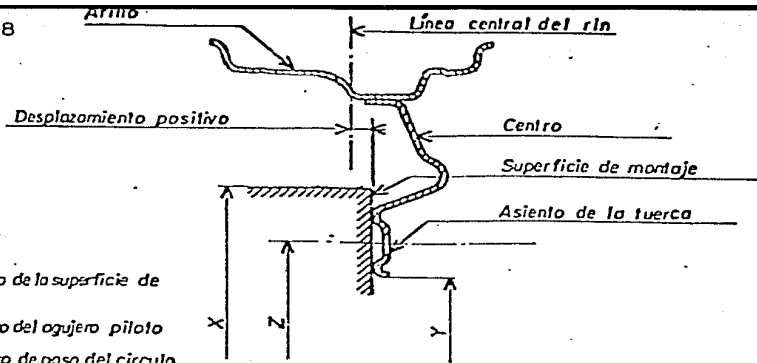
Body	Road Wheel - Ref P/N	Off-set (mm)	Base Load (kN)	Static Loaded Radius (mm)	Rotary Fatigue (kN/m)	Radial Fatigue (kN)	HLR (kN)	LLD (kN)	Test Tire	Remarks
L	13 x 4.5JJ - 4126765	40.0	4.40	264	1.695	9.70	9.70	5.96	6.50-13	Std. steel
L	13 x 5.0JB - 4126759	40.0	4.60	264	1.495	9.70	9.70	5.96	"	Opt.
L	13 x 5.5J1 - 5204442	40.0	4.40	264	1.930	11.01	11.01	6.61	"	Cast alum.
L	14 x 5.5J - 4126810	40.0	4.40	259	2.013	11.01	11.01	6.61	H78-14	"
L	13 x 4.0T - 4126752	32.0	5.03	239	1.694	11.05	11.05	6.78	T105-13	Compact spare
K	14 x 4.0T - 4226515	45.0	5.03	236	1.795	11.12	11.05	6.75	T115-14	"
K	13 x 5.0T - 4126635	40.0	5.03	264	1.725	11.12	11.05	6.73	6.50-13	Std. steel
K	14 x 5.5J1 - 4230565	40.0	5.03	269	1.952	11.12	11.05	6.78	H76-14	Styld steel
K	14 x 5.5J1 - 4126669	40.0	5.03	274	1.979	11.12	11.05	6.78	"	Wheel cover
LK	14 x 5.5J1 - 4126934	40.0	5.03	274	2.332	12.57	12.57	7.55	"	Cast alum.
K	14 x 6.0JJ - 4230510	40.0	5.74	279	2.264	12.23	12.23	7.74	"	Heavy duty
K	15 x 6.0JJ - 4230505	40.0	4.67	235	2.373	11.68	11.68	7.01	H73-15	Cast alum.
MJ	15 x 4.0T - 3850931	22.3	6.65	264	2.440	13.34	13.34	7.25	T115-15	Compact spare
MJ	15 x 5.5J1 - 3766347	12.7	7.12	305	2.576	14.23	14.23	8.54	H78-15	Std. steel
MJ	15 x 6.5J1 - 4126930	12.7	7.12	305	2.576	14.23	14.23	8.54	"	Opt. steel
MJ	15 x 7.0J1 - 4126575	6.35	7.12	305	2.590	14.23	14.23	8.54	"	"
MJ	15 x 7.0J1 - 3766377	6.35	8.10	305	3.322	17.68	18.05	11.83	8.50-15	Heavy duty
MJ	15 x 7.0J1 - 4126692	6.25	7.12	305	3.322	17.79	17.73	10.68	"	Cast alum.
Y	15 x 7.0J1 - 4126696	6.35	7.12	305	3.322	17.79	17.79	10.68	"	"

— Data 4 (cont'd) —

8-26-81
Sept. 3330

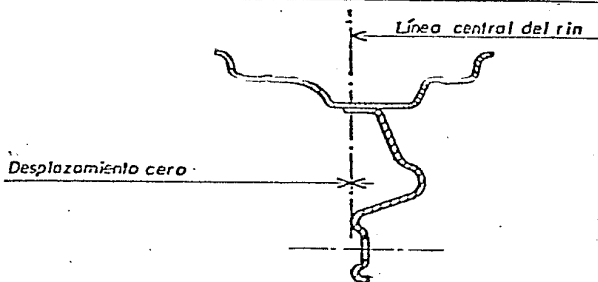
(continued)

Figura 8

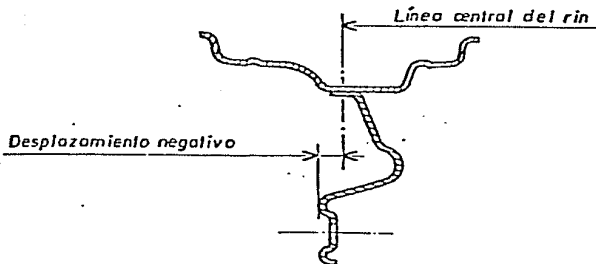


- X = Diámetro de la superficie de montaje
- Y = Diámetro del agujero piloto
- Z = Diámetro de paso del círculo de brlos

RIN CON DESPLAZAMIENTO POSITIVO



RIN CON DESPLAZAMIENTO CERO



RIN CON DESPLAZAMIENTO NEGATIVO



y Fomento Industrial, Dirección General de Normas, Departamento de Normalización Nacional, intitulada Automoviles y Camiones Ligeros-Rines.

Su contenido es:

- 1 objetivo y campo de aplicación
- 2 referencias
- 3 definiciones
- 4 clasificación:

Tipo 1 metálico ferroso

Tipo 2 metálico no ferroso

Tipo 3 no metálico

Tipo 4 combinado

Subtipo A de una pieza

Subtipo B de dos o más piezas

Grado A para usar llanta sin cámara

Grado B para usar llanta con cámara

5 especificaciones

5.1 dimensionales

5.1.1 variación radial máx. 1.10 mm

5.1.2 variación lateral máx. 1.42 mm

5.1.3 planicidad de la superficie de montaje, variación máx. 0.22 mm

5.1.4 dimensiones según dibujo

5.1.5 reborde de seguridad según dibujo

5.1.6 asiento de la ceja de la llanta que evite fugas

5.1.7 agujero para válvula libre de rebabas o filos cortantes

5.2 desbalanceo estático máx. 7850 g.mm

5.3 mecánicas

5.3.1 resistencia a la fatiga flexionante
las ruedas del tipo 1 deben cumplir 18 000 ciclos y
las ruedas de los tipos 2, 3 y 4 deben cumplir 100
000 ciclos de aplicación del momento flexionante

$$M = (R_M + d) F_{v1} S$$

S para ruedas tipo 1 vale 2 y para ruedas tipo 2, 3
y 4 vale 2.5,

al final de la prueba la rueda no debe mostrar:

a - fractura o fisuras en el centro, arillo o en samble del rin,

b - aflojamiento de uno o más de los oirlos o tuercas de sujeción en el 50o/o o más del valor inicial del par de apriete,

c - un incremento en la deflexión mayor a 2.5o/o de la deflexión inicial.

5.3.2 resistencia a la fatiga radial

5.3.3 resistencia al impacto

6 muestreo

7 métodos de prueba

7.1 método de medición de la variación radial

7.2 método de medición de la variación lateral

7.3 método de medición de la planicidad de la superficie de montaje

7.4 prueba de fugas

7.5 prueba al agujero para la válvula

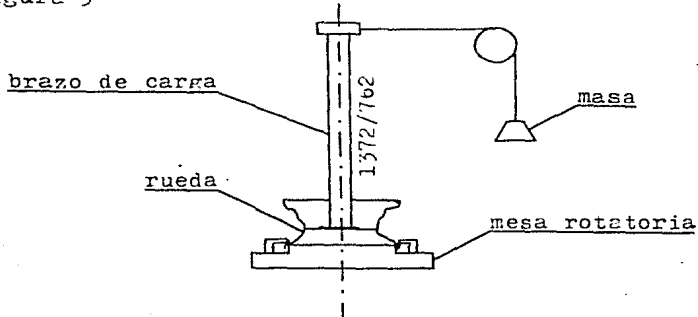
7.6 prueba de desbalanceo estático

7.7 prueba de resistencia a la fatiga flexionante

7.7.1 aparatos y equipo

la máquina de prueba debe tener una mesa rotatoria y un medio de impartir un momento flexionante constante, como se muestra en la figura 9. La cara de sopor

Figura 9



te de la máquina debe tener las mismas características de fijación de la masa usada en el vehículo.

7.7.2 procedimiento

7.7.2.1 preparación

la ceja del aro se asegura firmemente con las mordazas de la mesa rotatoria. El brazo de carga y adaptador se fijan a la superficie de montaje del disco usando tuercas o tornillos en buenas condiciones, representativas de las que serán usadas en los vehículos; éstas deben apretarse al principio de la prueba al valor especificado por el fabricante de vehículos. La fuerza se aplica al brazo de carga mediante un puente o balero a la distancia especificada de la superficie de montaje del disco. El montaje final sin carga, rotando, no debe tener una excentricidad mayor a 0.25 mm, lectura total del indicador, medido en el punto de carga. La carga del sistema debe mantenerse dentro de $\pm 2.50\%$ durante toda la prueba. La velocidad recomendada para la prueba es de 100 a 300 rpm. Si se utiliza un ensamble llanta-aro, la presión de la llanta se debe elevar a un mínimo de 375 kPa para lograr una sujeción adecuada.

7.7.2.2 momento flexionante

para aplicar el momento flexionante a la rueda, se puede aplicar la fuerza sobre la misma

a - perpendicularmente

o - paralela al plano de la superficie de montaje del disco a la distancia especificada.

7.7.2.3 desarrollo

se pone a funcionar el sistema a una velocidad entre 100 y 300 rpm, al cumplir 500 revoluciones, las tuercas pueden ser apretadas a la especificación indicada. Una vez que se complete el número de ciclos, se procede a inspeccionar.

7.8 prueba de fatiga radial

7.9 prueba de impacto

- 8 marcado y etiquetado
- 9 apéndice
- 10 bibliografía

El número de agujeros para los tornillos y su diámetro de ubicación los ha normalizado cada fabricante de vehículos, siendo algunos semejantes (datos 5).

Datos 5

Número de tornillos

3	4	5	6
Diámetro entre tornillos/medida de tuerca			
	100 / 15 mm	100 / 15 mm	
	100 / 12 mm		
	4" / 7/16"	4" / 7/16"	
	4.25" / 1/2"		
		112 / 14 mm	
	4.5" / 7/16"		
	4.5" / 12 mm	4.5" / 1/2"	
		4.75" / 7/16"	
		5" / 1/2"	
130 / 10 mm	130 / 14 mm		
		5.5" / 1/2"	5.5" / 7/16"
			5.5" / 12 mm
150 / 12 mm			
		205 / 12 mm	

El peso de las ruedas está en función de su tamaño nominal y de su modelo, damos sólo unos ejemplos, datos 6.

Datos 6

Pesos de ruedas (kg): Aluminio

aro 13	5.115	aro 14	8.300	aro 15	7.910
	0.585		10.800		9.075

Acero

aro 13	7.030	aro 14	9.250	aro 15	12.850
	7.390		9.800		

4 MAQUINA DE PRUEBA DE FATI- GA FLEXIONANTE

Señalamos, en esta parte, los requerimientos, los cálculos, las alternativas de construcción, los dibujos y las especificaciones de las partes y de los distintos sistemas de la máquina.

4.1 Requerimientos de la máquina

Las cualidades de la máquina son:

segura,

rígida,

prueba ruedas de aro nominal 13,

14, 15 y 16,

económica,

práctica,

de fácil manejo y

confiable.

4.2 Requerimientos de los subsistemas

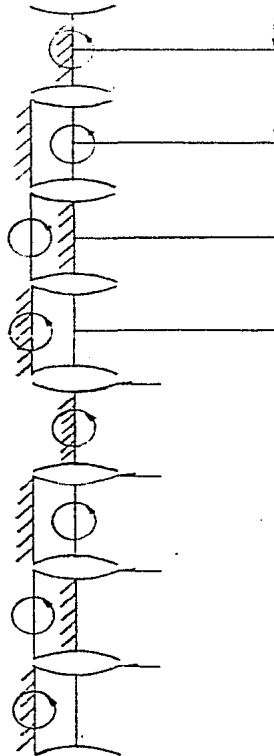
Tres van a ser los subsistemas:

- 1 el de generación del momento,
- 2 el de sujeción y
- 3 el de movimiento.

De ellos se van a derivar otros más que después indicaremos.

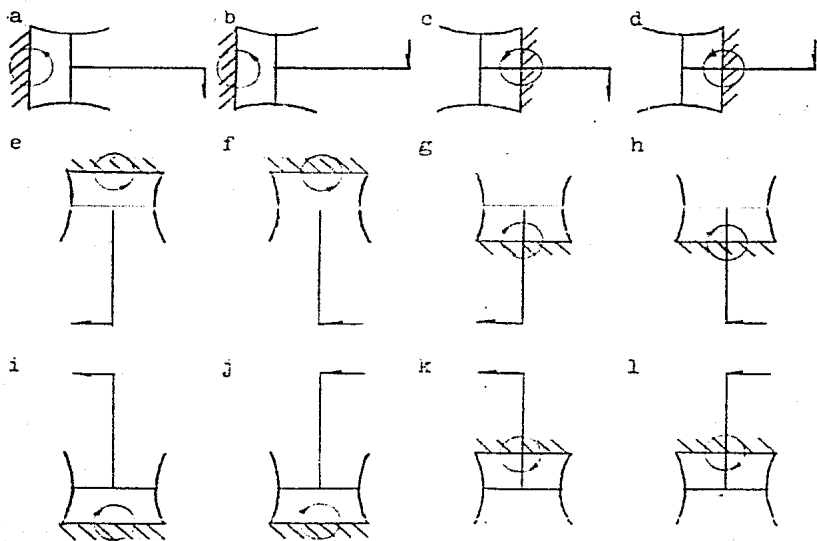
Los subsistemas se pueden implementar tanto al aro como al disco y así generar una serie de alternativas como son:

- 1 sujeción-disco
movimiento-disco
momento-disco
- 2 sujeción-aro
movimiento-disco
momento-disco
- 3 sujeción-disco
movimiento-aro
momento-disco
- 4 sujeción-aro
movimiento-aro
momento-disco
- 5 sujeción-disco
movimiento-disco
momento-aro
- 6 sujeción-aro
movimiento-disco
momento-aro
- 7 sujeción-disco
movimiento-aro
momento-aro
- 8 sujeción-aro
movimiento-aro
momento-aro



Analizadas, concluimos que la 1, la 3, la 6 y la 8 son imposibles y de las otras sólo la 4 satisfase los requisitos de la norma.

A su vez, esta alternativa se puede dar de varias maneras:



En a, b, c y d, el peso del brazo de carga produce un momento flexionante en la rueda, mientras que en las demás produce tensión o compresión.

Por la facilidad en el montaje de la rueda en el plato rotatorio,

por la facilidad de acoplar el brazo de carga y su adaptador al disco de la rueda,

por lo compacto del arreglo,

por la facilidad de aplicar el movimiento al plato rotatorio y

por la facilidad de jalar al aplicar la carga hemos escogido el arreglo g.

4.2.1 Requerimientos de la aplicación del momento

Con los Datos 1, los Datos 2 y la ecuación para determinar el momento flexionante, podemos obtener la magnitud más crítica del mismo.

Después de revisar detenidamente los datos, concluimos que en la rueda cuya designación de tamaño de llanta es P255/70*15 se dan las condiciones más críticas

Cálculo del momento flexionante

datos: diámetro exterior total	77.5 cm
carga límite	990.0 kg
coeficiente de fricción	0.7
desplazamiento (de norma CHRYSLER)	4.5
factor de aceleramiento de prueba	2.0

sustituyendo en la ecuación

$$\begin{aligned}M &= (R\mu + d) F_{vl} S \\ &= (77.5/2 \times 0.7 + 4.5)(2)(990) \\ &= 62\ 617.5 \text{ kg.cm}\end{aligned}$$

La longitud del brazo de carga con el adaptador es de 76.2 cm, mínima dimensión permitida por la norma. Tomamos esta medida por la altura disponible entre el plato rotatorio y el piso.

Con el momento y la distancia obtenemos la carga.

Cálculo de la carga

$$\begin{aligned}M &= F d \\ F &= M/d \\ &= 62\ 617.5/76.2 \\ &= 821.75 \text{ kg}\end{aligned}$$

Falta por determinar el diámetro del brazo de carga, el espesor de su plato y el del adaptador y los tornillos que los unen.

Cálculo del diámetro del trazo de carga

por seguridad se calculó como empotrada en su apoyo superior y a fatiga. La torsión es insignificante y quedará incluida en la seguridad que se dará al diseño.

coeficiente de seguridad por norma

n_1 considera el posible error al determinar las cargas y las tensiones = 1.2

n_2 toma en cuenta la heterogeneidad del material = 1.5

n_3 de las condiciones de trabajo que tiene en cuenta el grado de responsabilidad de la pieza = 1.1

$$\begin{aligned}n &= n_1 n_2 n_3 \\ &= 1.2 \cdot 1.5 \cdot 1.1 \\ &= 2\end{aligned}$$

material y sus características mecánicas

tomadas del libro Diseño de Elementos de Máquinas, V. M. Laires, Ed. Montaner y Simón S. A., 1977.

acero C1045 estirado en frío

máxima resistencia 7030 kg/cm²

punto de fluencia en tracción 5976 kg/cm²

resistencia a la fatiga 3797 kg/cm²

coeficiente de seguridad por cálculo

suponemos un diámetro de 8 cm

$$\begin{aligned}W_x &= \pi d^3 / 32 \\ &= (3.1416)(8^3) / 32 \\ &= 50.26 \text{ cm}^3\end{aligned}$$

$$C_a = \tau_{\text{máx}}$$

$$\begin{aligned}C_{\text{máx}} &= F_{\text{flex}} / W_x \\ &= 62\,617.5 / 50.26 \\ &= 1\,245.87 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

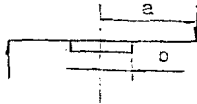
$$n = \frac{C_{-1}}{k_\sigma C_a / \epsilon \beta}$$

$$= 0.9(3\ 797)/1.3(1\ 245.87)$$

$$= 2.11 \text{ que es aproximadamente igual al de la norma.}$$

igual al de la norma.

Cálculo del espesor del plato y del adaptador según el libro Formulas for stress and strain, R. J. Roark and W. C. Young, International Student Edition, 1966, pg. 308.



$$a = 8 \text{ cm}$$

$$b = 4 \text{ cm}$$

$$b/a = 0.5$$

$$\text{por tanto } \beta = 1.489$$

esfuerzo permisible

$$\begin{aligned} \sigma_r &= \sigma_{-1}/n \\ &= 3\ 797/2 \\ &= 1\ 898.5 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

espesor

$$\begin{aligned} \sigma_r &= \beta M/a t^2 \\ t^2 &= \beta M/a \sigma_r \\ &= 1.489(0.2 \cdot 017.5)/8(1\ 898.5) \\ &= 0.14 \text{ cm}^2 \\ t &= 2.47 \text{ cm. } \quad 1'' \text{ aprox.} \end{aligned}$$

Cálculo de tornillos para unir plato y adaptador el diámetro del círculo de tornillos es de 16 cm.

fuerza en cada tornillo

$$\begin{aligned} F &= M/d \\ &= 0.2 \cdot 017.5/16 \\ &= 3\ 913.6 \text{ kg (9.81 N/1 kg)} \\ &= 38\ 392.4 \text{ N} \end{aligned}$$

material y su característica mecánica

acero 1045

esfuerzo máximo a tensión 17 caN/mm²

$$\begin{aligned} \text{diámetro } d_n^2 &= 1.27 F/1 \\ &= 1.27(3\ 839.24)/17 \\ &= 286.01 \text{ mm}^2 \\ d_n &= 16.93 \text{ mm} \quad 3/4'' \text{ aprox.} \end{aligned}$$

4.2.2 Pequeñimientos de sujeción

Los constituyentes de este subsistema son: el plato rotatorio con sus cartabones, las mordazas con sus tornillos y el árbol hueco de transmisión.

Cálculo del espesor del plato rotatorio nos basamos también en el libro de Formulas for stress and strain.

$$a = 22.08 \text{ cm (radio exterior del aro 16)}$$

$$b = 5.5 \text{ cm (supuesto)}$$

$$b/a = 0.25 \quad \text{por tanto } \beta = 3.025$$

esfuerzo permisible

$$\begin{aligned} \sigma_r &= \sigma_{-1}/n \\ &= 3797/1.5 \quad (\text{disminuye } n \text{ por el uso} \\ &\quad \text{de los cartabones)} \\ &= 2531.3 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

espesor

$$\begin{aligned} t^2 &= \beta K/a \sigma_r \\ &= 3.025(0.25 \cdot 617.5)/22.08(2531.3) \\ &= 4.06 \text{ cm}^2 \\ t &= 2.01 \text{ cm} \quad 3/4" \text{ aprox.} \end{aligned}$$

las dimensiones de los cartabones se dan en el dibujo

Cálculo de las dimensiones de las mordazas

hacemos el cálculo para cada tamaño de aro.

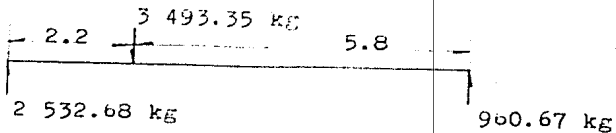
Los momentos máximos que se anotan, se obtuvieron de los Datos 1 y de los Datos 2 mediante la fórmula de momento flexionante.

aro 13

$$M_{\text{máx}} = 33431.4 \text{ kg cm}$$

$$\begin{aligned} F &= M_{\text{máx}}/d \\ &= 33431.4/34.8 \\ &= 960.67 \text{ kg} \end{aligned}$$

d.c.l. de la mordaza



$$\begin{aligned}
 M &= F a b/L \\
 &= 3\,493.35(2.2)(5.8)/8 \\
 &= 5\,571.89 \text{ kg cm}
 \end{aligned}$$

material y su esfuerzo de resistencia
acero 1035

resistencia de fluencia en tracción 3867 kg/cm²

$$\begin{aligned}
 \text{dimensiones } \sigma_p &= \sigma_r/n \\
 &= 3\,867/1.5 \\
 &= 2\,578 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

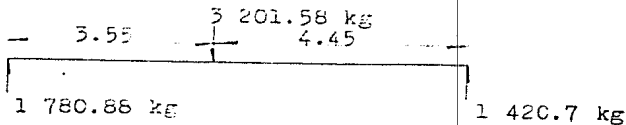
$$\begin{aligned}
 W &= M/\sigma_p \\
 &= 5\,571.89/2\,578 \\
 &= 2.16 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 W &= bh^2/6 \\
 h^2 &= 6W/b \quad \text{si } b = 1.5 \text{ cm} \\
 &= 6(2.16)/1.5 \\
 &= 8.64 \text{ cm}^2 \\
 h &= 2.94 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

aro 14

$$\begin{aligned}
 M_{\text{máx}} &= 53\,134.4 \text{ kg cm} \\
 F &= M_{\text{máx}}/a \\
 &= 53\,134.4/37.4 \\
 &= 1\,420.7 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

d.c.l. de la moraza



$$\begin{aligned}
 M &= F a c/L \\
 &= 3\,201.58(3.55)(4.45)/8 \\
 &= 6\,322.12 \text{ kg cm}
 \end{aligned}$$

dimensiones

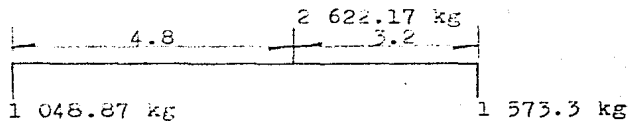
$$\begin{aligned}W &= M / \sigma_p \\ &= 6\,322.12 / 2\,578 \\ &= 2.45 \text{ cm}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}W &= bh^2 / 6 \\ h^2 &= 6 W / b \quad \text{si } b = 1.5 \text{ cm} \\ &= 6(2.45) / 1.5 \\ &= 9.81 \text{ cm}^2 \\ h &= 3.13 \text{ cm}\end{aligned}$$

arco 15

$$\begin{aligned}M_{\text{máx}} &= 62\,617.5 \text{ kg cm} \\ F &= M_{\text{máx}} / d \\ &= 62\,617.5 / 39.8 \\ &= 1\,573.3 \text{ kg}\end{aligned}$$

d.c.l. de la mordaza



$$\begin{aligned}M &= F a b / L \\ &= 2\,622.17(4.8)(3.2) / 8 \\ &= 5\,034.50 \text{ kg cm}\end{aligned}$$

dimensiones

$$\begin{aligned}W &= M / \sigma_p \\ &= 5\,034.56 / 2\,578 \\ &= 1.95 \text{ cm}^3\end{aligned}$$

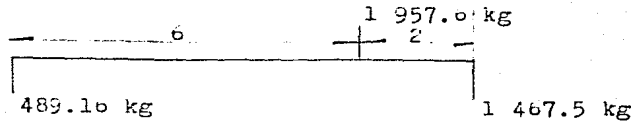
$$\begin{aligned}W &= b h^2 / 6 \\ h^2 &= 6 W / b \quad \text{si } b = 1.5 \text{ cm} \\ &= 6(1.95) / 1.5 \\ &= 7.81 \text{ cm}^2 \\ h &= 2.79 \text{ cm}\end{aligned}$$

arco 16

$$M_{\text{máx}} = 62\,222 \text{ kg cm}$$

$$\begin{aligned}
 F &= M_{\text{máx}}/d \\
 &= 62\ 222/42.4 \\
 &= 1\ 467.5 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

d.c.l. de la mordaza



$$\begin{aligned}
 M &= F \text{ a } b/L \\
 &= 1\ 957.0(0)(2)/8 \\
 &= 2\ 935.80 \text{ kg cm}
 \end{aligned}$$

dimensiones

$$\begin{aligned}
 W &= M/\sigma_p \\
 &= 2\ 935.80/2\ 578 \\
 &= 1.14 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 W &= b \ h^2/6 \\
 h^2 &= 6 \ W/b \quad \text{si } b = 1.5 \text{ cm} \\
 &= 6(1.14)/1.5 \\
 &= 4.55 \text{ cm}^2 \\
 h &= 2.13 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Considerando los resultados anteriores determinamos las dimensiones de las mordazas: 9.3 cm de largo, 3.5 cm de alto y 1.5 cm de ancho.

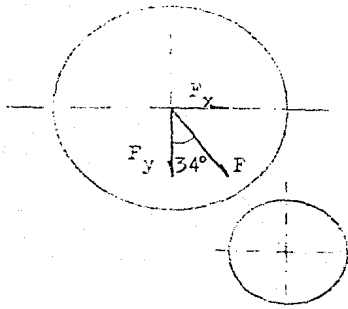
Cálculo del diámetro del árbol nuevo de transmisión momento de torsión transmitido por la polea

$$\begin{aligned}
 T &= 71\ 020 \text{ CV/n} \\
 &= 71\ 020(1.52)/100 \\
 &= 1\ 088.62 \text{ kg cm}
 \end{aligned}$$

Fuerza de flexión producida por la correa

$$\begin{aligned}
 F &= 2 \ T/r \\
 &= 2(1\ 088.62)/24.15 \\
 &= 90.23 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

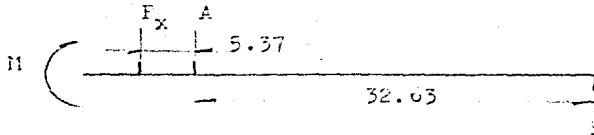
componentes de la fuerza de flexión



$$\begin{aligned} F_x &= F \operatorname{sen} 34^\circ \\ &= 90.23(0.56) \\ &= 50.45 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_y &= F \operatorname{cos} 34^\circ \\ &= 90.23(0.83) \\ &= 74.8 \text{ kg} \end{aligned}$$

d.c.l. del árbol



$$\begin{aligned} \Sigma M_A &= 0 - F_x(5.37) - B(32.63) = 0 \\ &= 0 - 2617.5 - 50.45(5.37) - B(32.63) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} B &= (2617.5 - 50.45(5.37)) / 32.63 \\ &= 1910.71 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} B &= A + F_x \\ A &= B - F_x \\ &= 1910.71 - 50.45 \\ &= 1860.26 \text{ kg} \end{aligned}$$

coeficiente de tamaño 0.85

coeficiente de concentración K_f 1.0

material y propiedades mecánicas

AlC45 estirado en frío

máxima resistencia S_u 7 030 kg/cm²

punto de fluencia en tracción S_y 5 970 kg/cm²

resistencia a fatiga S'_N 7 030/2 =

3 515 kg/cm²

$$S_{ns} = 0.6(3\ 515) \\ = 2\ 109\ \text{kg/cm}^2$$

$$S_{ys} = 0.6(5\ 976) \\ = 3\ 585.6\ \text{kg/cm}^2$$

esfuerzo equivalente de flexión

$$S_e = K_f S_a \\ = 1.6(M/W) \\ = 1.6(62\ 617.5)(32)/\pi D^3 (1 - c^4) \\ c = 0.82 \\ = 1\ 849\ 163/D^3$$

esfuerzo equivalente de torsión

$$S_{es} \equiv S_{ns} S_{ms}/S_{ys} \\ = 2\ 109(T/W^2)/3\ 585.6 \\ = 0.588(1\ 088.62)(16)/\pi D^3 (1 - c^4) \\ = 5\ 909/D^3$$

diámetro

$$1/n = [(S_e/S_n)^2 + (S_{es}/S_{ns})^2]^{1/2} \\ 1/2 = [(1\ 849\ 163/D^3)(0.85(3\ 515))]^2 + \\ (5\ 909/D^3)(2\ 109)^2]^{1/2} \\ = (618.9^2 + 2.15^2)^{1/2}/D^3 \\ D^3 = (618.92)1.8 \\ D = 10.36\ \text{cm}$$

Ya que el diámetro del brazo de carga es de 8 cm y debe haber un claro entre éste y el árbol, el diámetro exterior será de 11 cm. y el interior de 9 cm.

Cabe aclarar que aún cuando se trataba de indicar solamente los requerimientos de este subsistema, los hemos dado sólo de un modo de sujetar el aro de la rueda y uno de sostener el plato rotatorio.

4.2.3 Requerimientos de movimiento

Como ya se indicó en la norma, la velocidad angular de la prueba puede ser de 100, 200 o 300 rpm. Axis

te una tendencia a incrementarla.

4.3 Requerimientos de uso

Los distintos pasos en el uso de la máquina al realizar una prueba son:

1º montar el adaptador correcto

a- si el brazo de carga no tiene puesto el adaptador correcto, éste se selecciona y se ensambla, utilizando el freno al apretar los tornillos;

b- si el brazo de carga tiene puesto un adaptador, se verifica si éste es el adecuado, si no lo es, se quita utilizando el freno y se probe de como se indicó en a-;

2º montar la rueda

a- se le aplica a la rueda algún líquido penetrante, para detectar fallas;

b- se coloca en el plato rotatorio, centrandolo;

c- se acopla al brazo de carga mediante tornillos, sujetandolo al apretarlos;

d- se colocan las mordazas y se aprietan no totalmente, en tanto se busca centrar el extremo donde se aplicará la carga. Una vez centrado, se aprietan bien las mordazas, evitando que gire el plato al hacerlo.

3º tapar la rueda

4º programar número de ciclos de la prueba

5º arrancar el motor

a- se prende el motor;

b- se establece el número de rpm de la prueba;

6º aplicar la carga determinada paulatinamente

7º restablecer a cero el contador de ciclos.

Los distintos motivos por los cuales la prueba se puede detener son:

- la suspensión de la corriente eléctrica,
- el exceso en la magnitud de la excentricidad permitida,

- el que se suelte el aro del plato rotatorio y
- el que se acomplete el número de ciclos de la prueba.

En el primer y segundo casos, el motor y el contador de ciclos se detienen y la carga se suspende. El tercer caso hace que se de el segundo provocando lo indicado. En el cuarto caso, que es el esperado, el motor se detiene y la carga se quita mediante el sistema de control.

Al terminar la prueba, los pasos a seguir son:

1º destapar la rueda

2º desmontar la rueda

a- se quitan las mordazas sujetando el plato rotatorio,

b- se quitan los tornillos que sujetan el disco, observando el apriete al empujar a quitarlos, deteniendo el brazo de carga,

3º retirarla para inspeccionarla según la norma.

4.4 Complementos de subsistemas

A dos de los tres subsistemas necesitamos complementarlos con equipos que les permitan realizar su función y los tres necesitan una estructura que los sostenga y les permita interactuar para dar por resultado el poder probar una rueda a fatiga flexionante.

4.4.1 Complementos de la generación del momento

De los requerimientos de uso deducimos que se necesita

- un dispositivo que suba y baje el brazo de carga,
- un dispositivo que detenga, que irene, al brazo de carga mientras se aprietan los tornillos,
- un dispositivo que aplique la carga, jalando, en un extremo del brazo de carga y
- un dispositivo que indique la excentricidad en donde se aplica la carga.

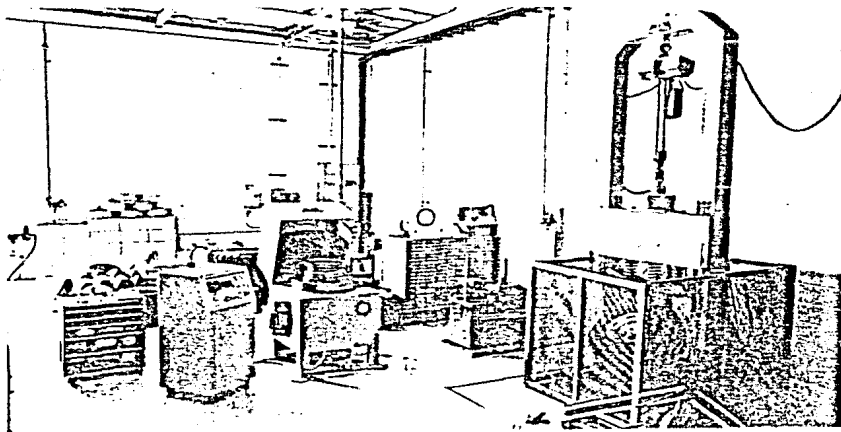
4.4.2 Complementos del proveedor de movimiento

Para éste se necesita

- un dispositivo que varíe la velocidad,
- dispositivos que permitan la rotación del plato y del brazo de carga,
- un dispositivo que cuente el número de ciclos y
- un tacómetro.

4.5 Máquinas existentes

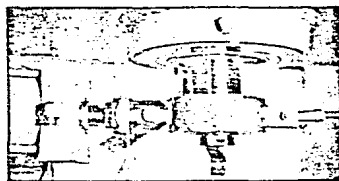
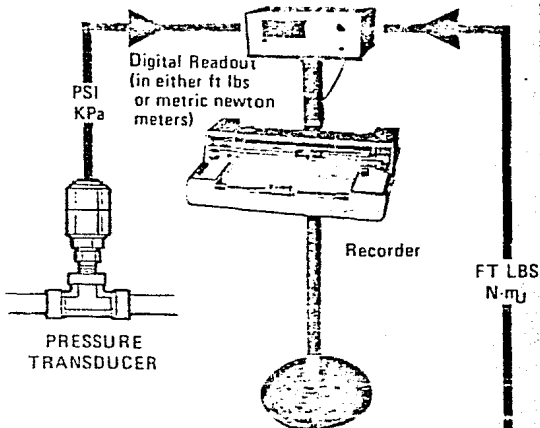
Ciertamente son muchos los tipos de máquinas para probar ruedas a fatiga flexionante existentes en el mundo, sobre todo en los países "desarrollados"; de los que obtuvimos información presentamos sus fotografías. Nos sirvieron de referencia en la consideración de algunas alternativas, tanto a nivel máquina como a nivel subsistema.



Standard
500 RPM
Machine

Capacity
10,000
ft lbs

OPTIONAL



FORCE-SHEAR PIN
TRANSDUCER

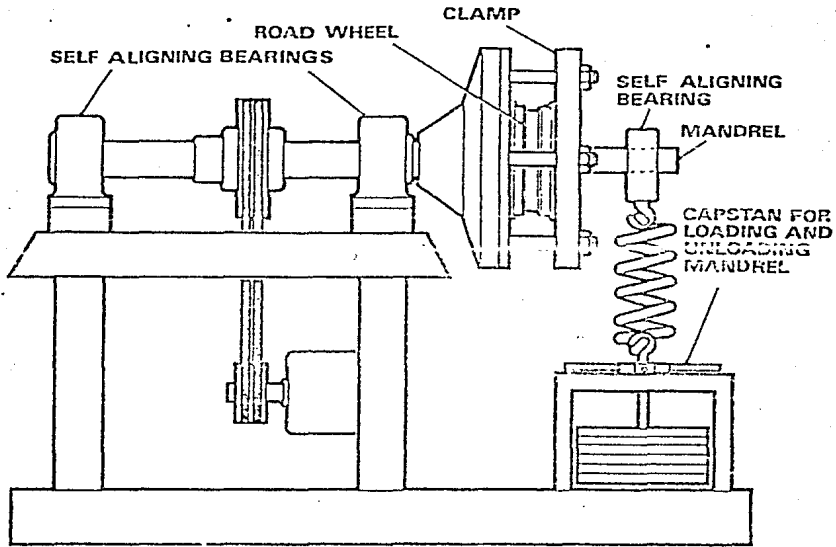
VARIABLE SPEED CORNERING FATIGUE WHEEL TESTING MACHINE FOR ALUMINUM ALLOY AND STEEL WHEELS

- 200 to 950 rpm
- Lubrication for adjustable tapered bearings
- Pre-determined cycle counter with auto shut down
- Disc brake with air and mechanical interlock system
- Required hardware for most wheels
- Provisions for recorder

(Optional) Shear pin and air pressure transducer for accurate readout during test. Selector knob for PSI, KPa, lb-ft, N-m

DIAGRAM OF RIG

Schematic layout of Bending load test rig



- 100 to 900 rpm
- Lubrication for adjustable tapered bearings
- Pre-determined cycle counter with auto shut down
- Brake with air and mechanical interlock system
- Air pressure gauge
- Required hardware for most wheels
- Provisions for recorder (Optional).
Load Cell Hydraulic Servo Control System.
Selector knob for lb-ft, N-m.
- All controls are on adjacent console unaffected by machine vibration

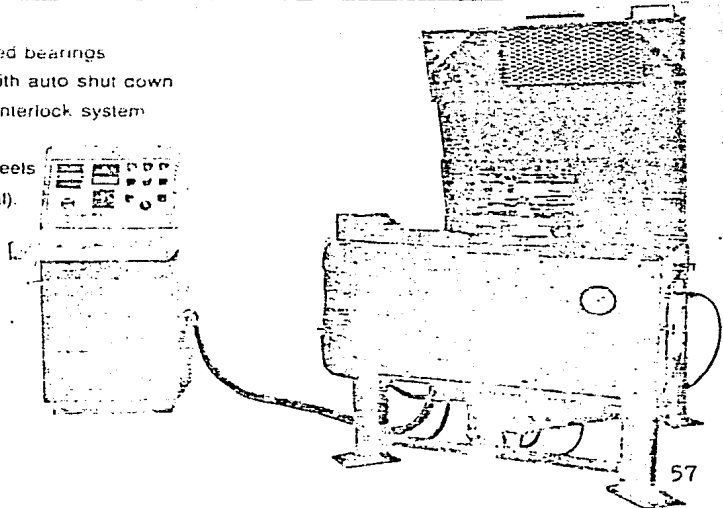
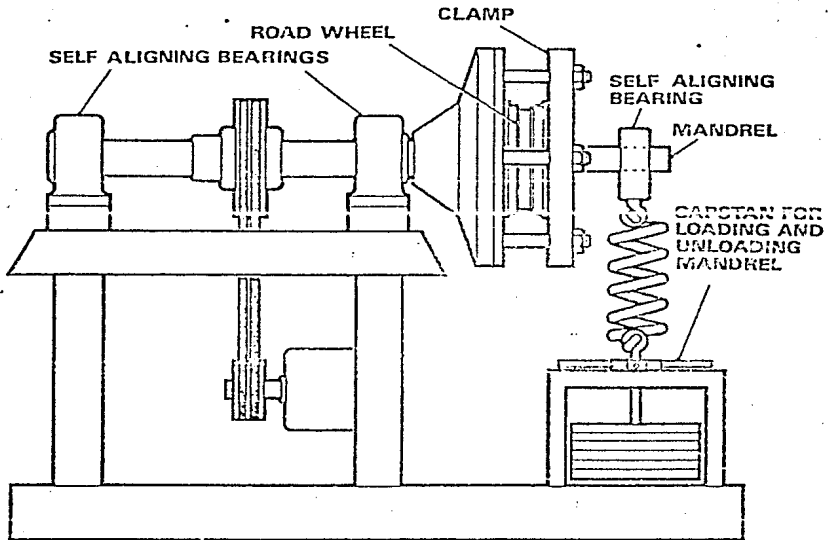
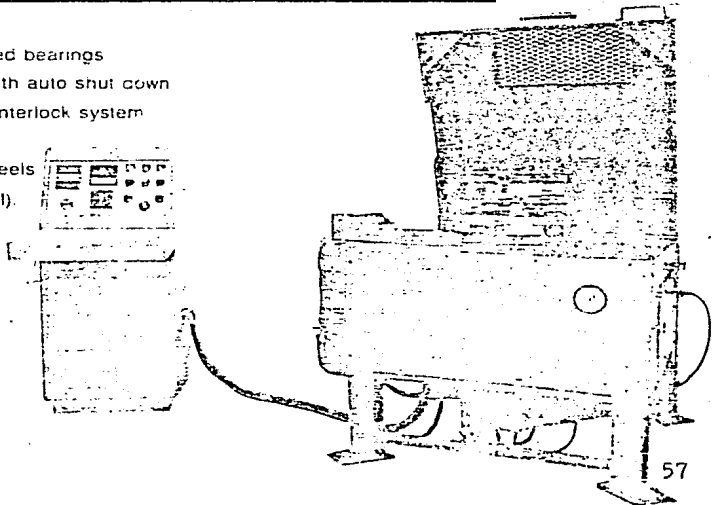


DIAGRAM OF RIG

Schematic layout of Bending load test rig



- 100 to 900 rpm ✓
- Lubrication for adjustable tapered bearings
- Pre-determined cycle counter with auto shut down
- Brake with air and mechanical interlock system
- Air pressure gauge
- Required hardware for most wheels
- Provisions for recorder (Optional).
Load Cell Hydraulic
Servo Control System.
Selector knob for lb-ft, N-m.
- All controls are on adjacent
console unaffected
by machine vibration



4.6 Alternativas

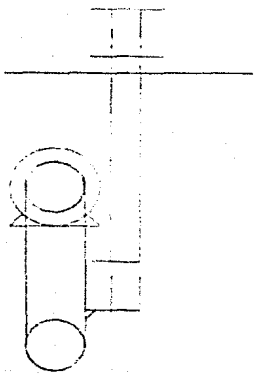
Para todo hay alternativas, mas siempre tenemos que elegir una, considerando que "del tamaño del sapo es la pedrada".

4.6.1 Alternativas de complementos

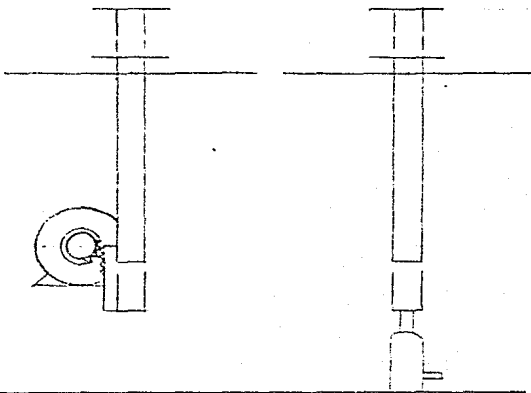
- elevador del brazo de carga

requisitos específicos: la altura a subir, máxima, es de 20 cm y el brazo pesa 41.2 kg.

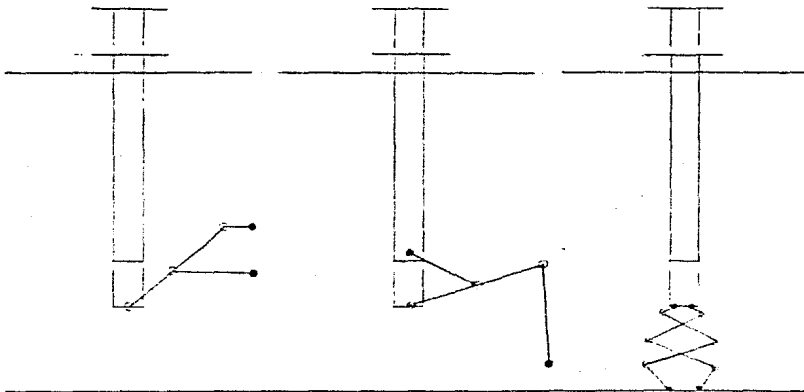
medio eléctrico

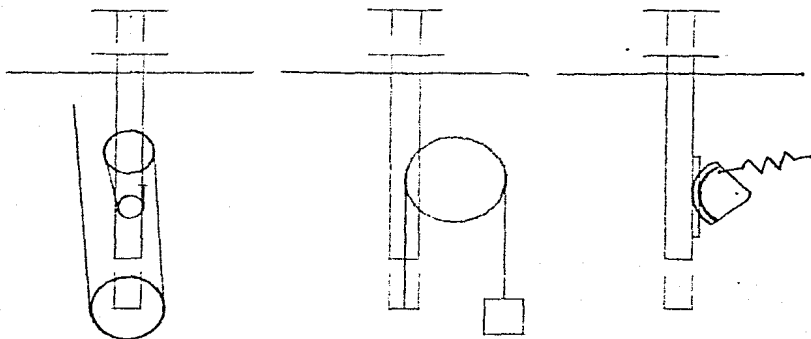


medio hidráulico



medio mecánico



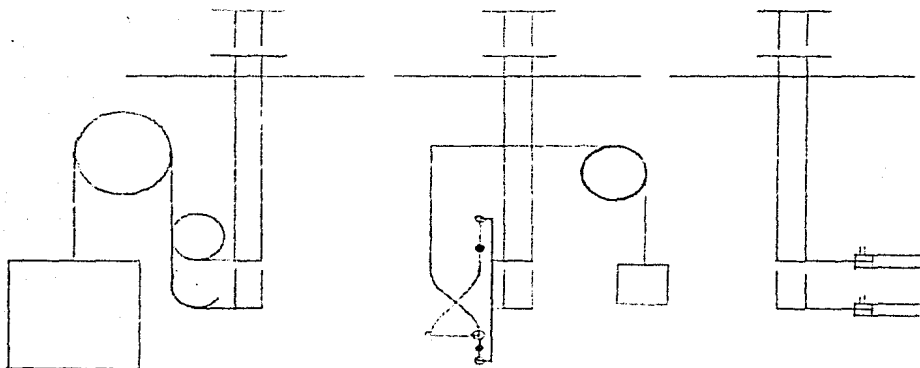


- aplicador de carga

requisitos específicos: la fuerza jaladora del
brazo de carga varía desde 0 kg hasta 1000 kg.

medio mecánico

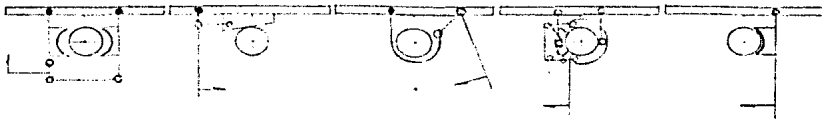
medio hidráulico



- freno al brazo de carga

requisitos específicos: el par de apriete de los
tornillos es de 1 220 kg cm, al acoplar el bra-
zo de carga con el disco de la rueda.

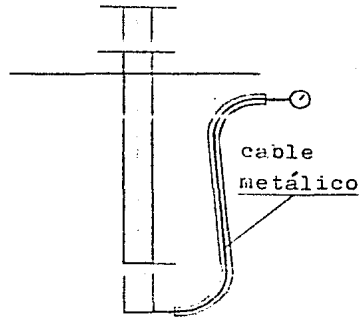
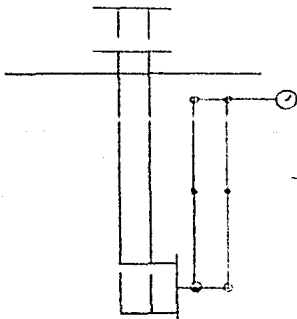
medio mecánico



- medidor de excentricidad

requisitos específicos: la máxima excentricidad permitida donde se aplica la carga al brazo es de 1.524 mm. (0.060").

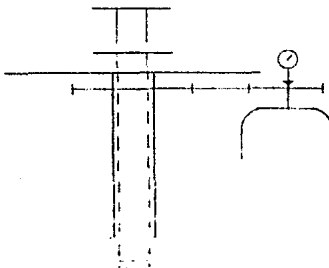
medio mecánico



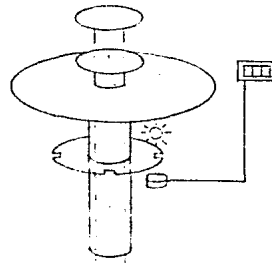
- tacómetro

requisitos específicos: la velocidad durante la prueba puede ser de 100, 200 o 300 rpm, o la convenida con el fabricante de vehículos.

medio mecánico



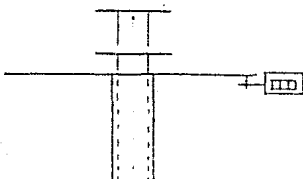
medio electrónico



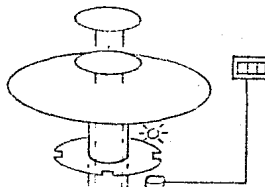
- contador de ciclos

requisitos específicos: la mínima cantidad de ciclos en ruedas de placa de acero es de 18 000 y en las de aluminio de 100 000.

medio mecánico



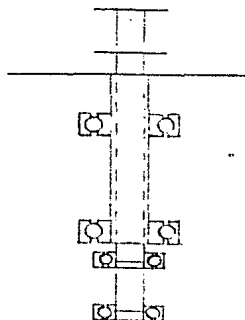
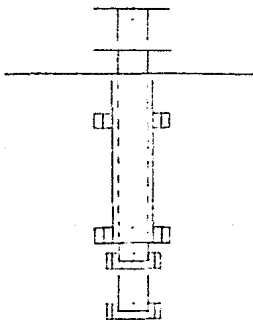
medio electrónico



- elementos que permiten el movimiento

requisitos específicos: coeficiente de fricción menor que 0.1.

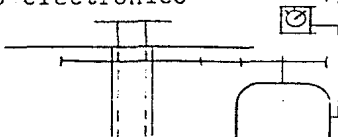
medio mecánico



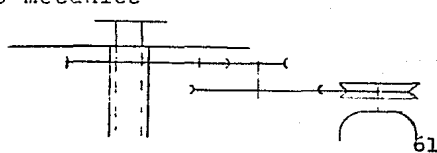
- variador de velocidad

requisitos específicos: la capacidad de variación ha de ser de 1 a 3, como mínimo.

medio electrónico



medio mecánico



4.6.2 Alternativas de ubicación de medios para aplicar los complementos

Existen varias posibilidades de manejo del artefacto según el lugar donde se encuentren los medios para usarlo. Los dibujos siguientes muestran los distintos lugares que pueden ocupar, descartamos los que incluyen elevar y frenar con un mismo miembro del cuerpo y los que requieren que con un pie se eleve y con otro se frene.

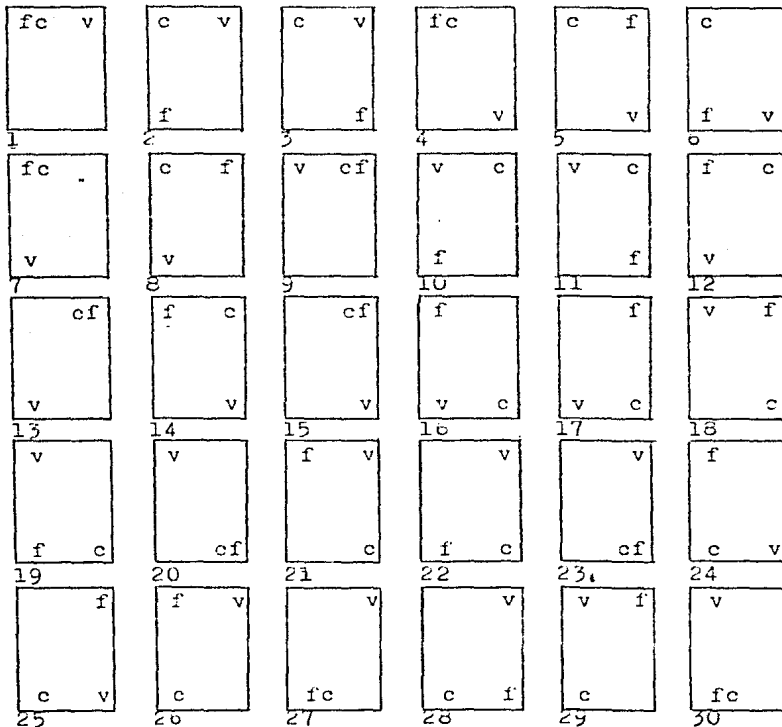
máquina

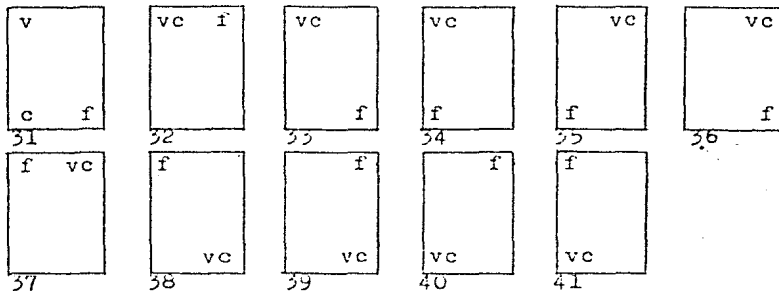


v = elevador

f = freno

c = carreador





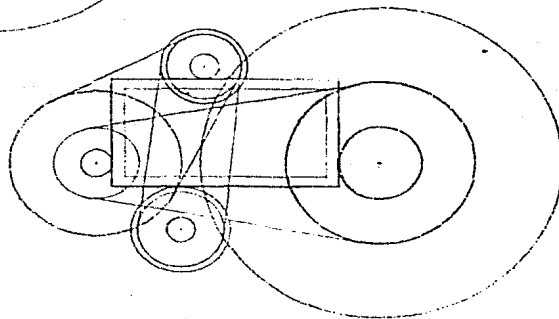
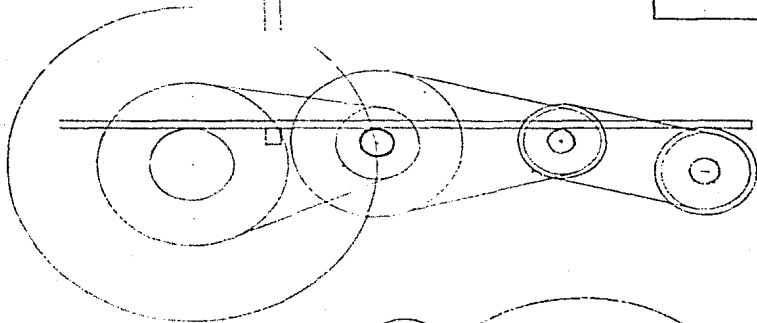
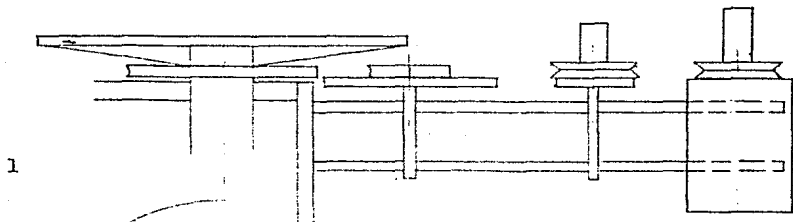
Sin pretender un análisis exhaustivo, comentamos lo siguiente de las alternativas:

- el elevar el brazo de carga y el frenar son actividades que se suceden, mas no podemos realizar una con un pie y la otra con el otro, como ya se comento; ni una con una mano y la otra con la otra pues se requieren las dos para apretar los tornillos mientras algún pie frena; descartamos 1, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 21, 24, 25, 26, 29, 32, 37, 38, 39, 40 y 41.
- si el operador es diestro, para frenar descartamos 2, 10, 19, 22, 27, 30, 34 y 35.
- porque se requiere exactitud en el tamaño de la carga, ésta se aplicará con alguna mano, si el operador es diestro descartamos 3, 20, 23, 28, 31 y 33.
- de entre la 11 y la 36 escogemos la 11, pues mientras se eleva el brazo de carga con la mano izquierda la derecha acomoda la rueda y coloca los tornillos.

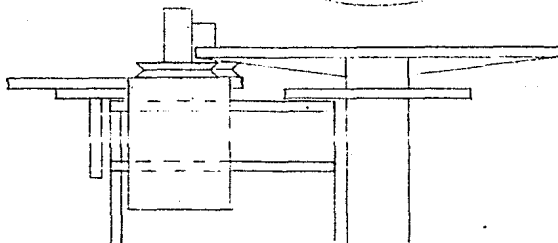
4.6.3 Alternativas de estructura

Al considerar los distintos modos en que podemos sostener los sistemas que constituyen la máquina, nos basamos en lo hasta aquí expuesto. Ciertamente que se han quedado en el cuaderno de notas alternativas que por el límite del trabajo no se han expuesto; de entre

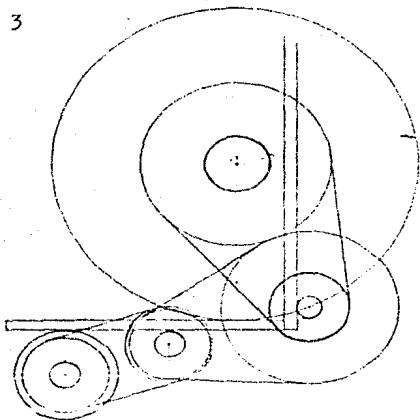
las mostradas se ha elegido y las damos aquí al buscar el mejor modo de interrelacionarlas, de organizarlas, de sostenerlas, de armonizarlas.



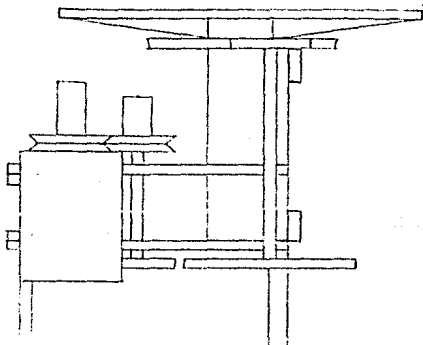
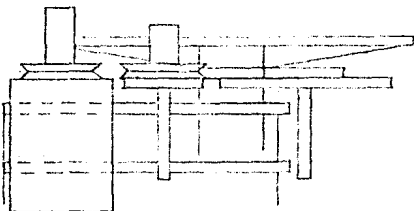
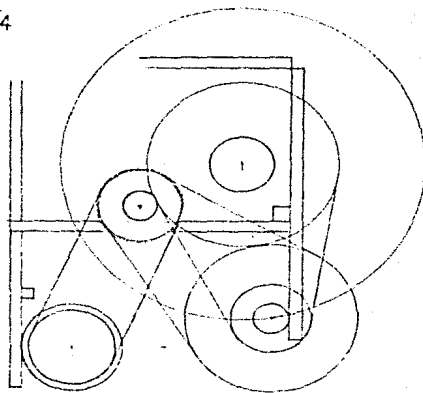
2



3



4



Seleccionamos la 4 porque:

- el arreglo es compacto,
- no sobresalen los mecanismos de ajuste de las poleas variables de la cubierta superior,
- la distancia entre los ejes de las poleas es la adecuada,
- es práctica la colocación de las bandas,
- se aprovecha bien la estructura principal.

4.7 Dibujos de detalle

Primero se encuentra un esquema general, después los elementos de cada subsistema, les sigue un esquema de la estructura y al final algunas vistas del artefacto en su conjunto.

La nomenclatura de la clasificación por subsistemas es:

- G generación del momento
 - G 1 brazo de carga
 - G 2 plato del brazo de carga
 - G 3 adaptadores complementos
 - e elevador
 - f freno
 - c cargador
 - x medidor de excentricidad
- S sujeción
 - S 1 plato rotatorio
 - S 2 árbol de transmisión
 - S 3 mordazas
- V proveedor de movimiento
 - V 1 motor
 - V 2 bandas
 - V 3 poleas complementos
 - v poleas variables
 - j cojinetes
 - n tacómetro
 - t contador de ciclos

La nomenclatura de la estructura es:

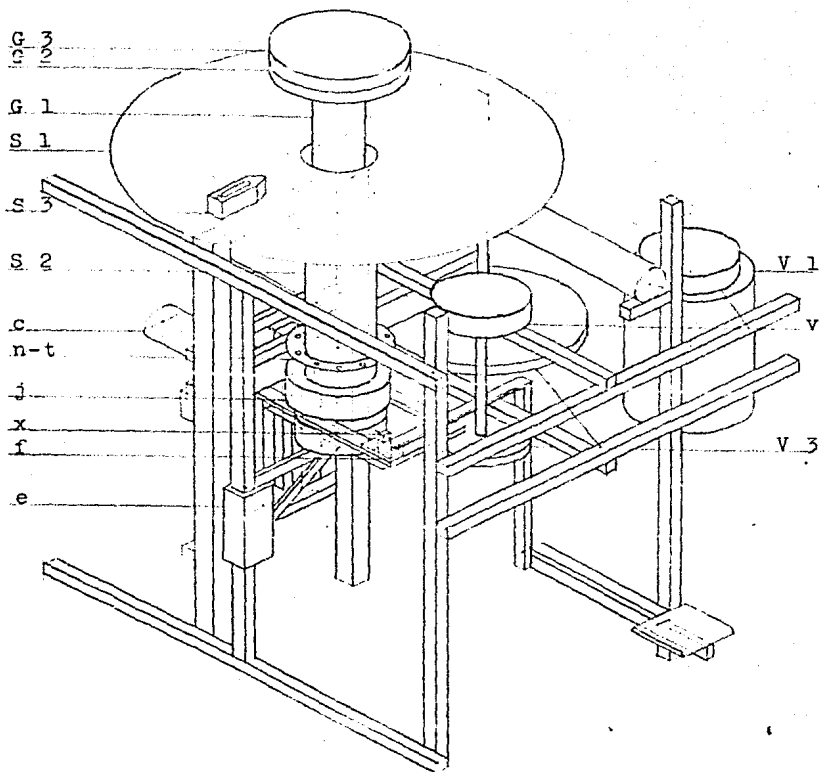
E estructura

En base a la secuencia anterior presentamos los dibujos.

A menos que se indique otra cosa, las dimensiones están dadas en centímetros.

Esquema general

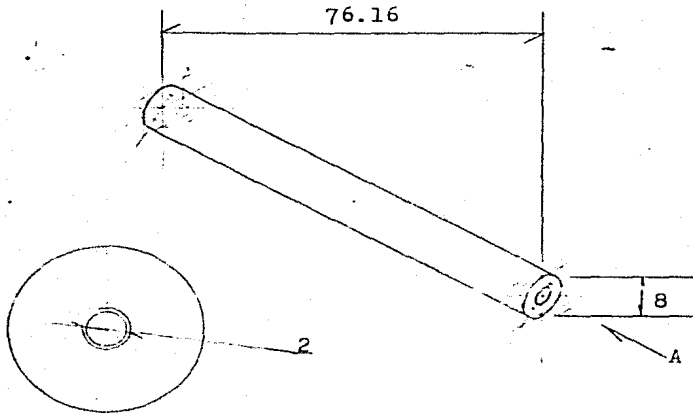
El mostrar aquí el esquema general del artefacto, sin su cubierta, tiene por objetivo el poder ubicar con más facilidad los distintos elementos que lo constituyen y que con mayor detalle se encuentran en los siguientes dibujos.



Componentes

G 1 Brazo de carga

Acero C1045 estirado en frio

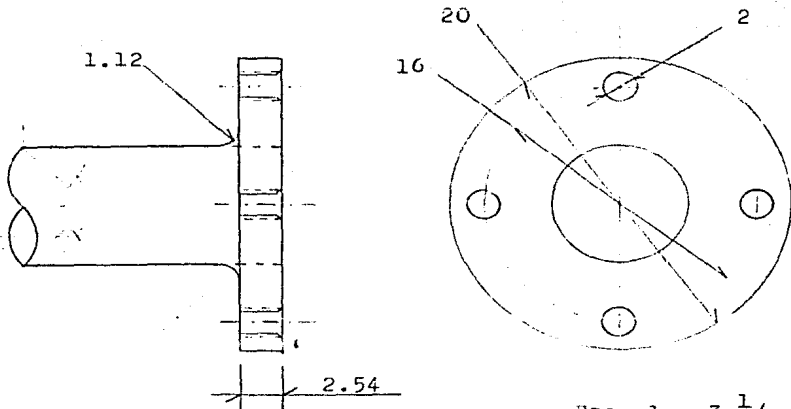


Vista A

Esc. 1 : 10
1 Pza.

G 2 Plato del brazo de carga

Acero C1045

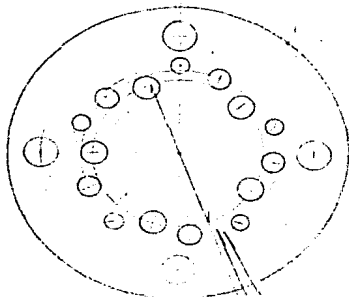


Esc. 1 : 3 ¹/₃
1 Pza.

G 3 Adaptadores

Acero C1045

Espesor 2.54

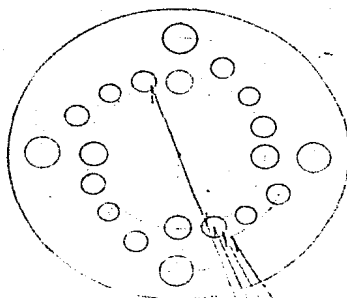


5 tornillos

D 10.00 d.tor. 1.5

D 11.43 d.tor. 1.27

D 12.06 d.tor. 1.11



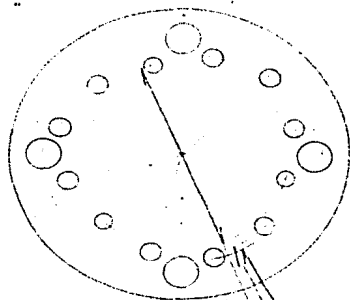
4 tornillos.

D 10.00 d.tor. 1.2

D 10.79 d.tor. 1.27

D 11.43 d.tor. 1.11

D 13.00 d.tor. 1.4

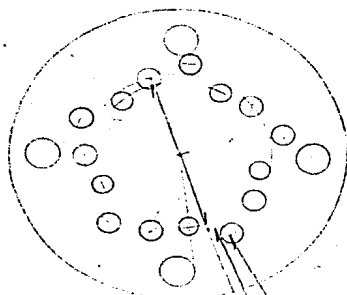


3 y 6 tornillos

D 13.00 d.tor. 1.0

D 13.97 d.tor. 1.11

D 15.00 d.tor. 1.20



5 tornillos

D 11.20 d.tor. 1.4

D 10.10 d.tor. 1.11

D 12.70 d.tor. 1.27

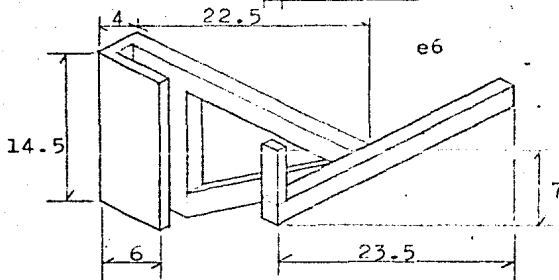
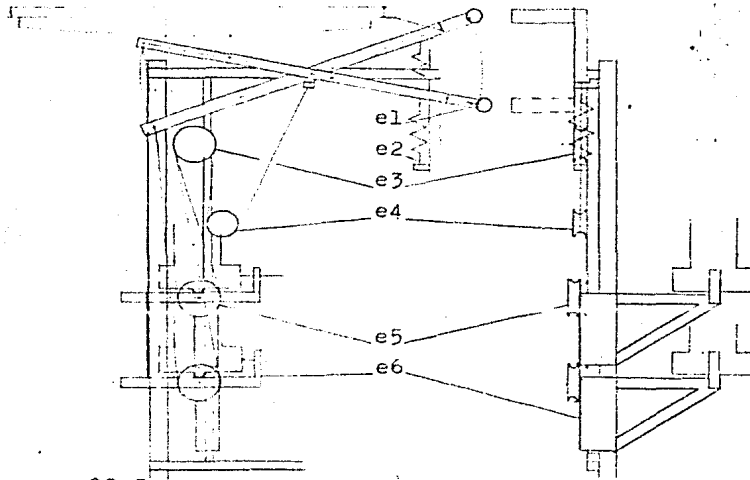
Esc. 1 : 3 ¹/₃

4 Pzas.

e elevador

Poleas: Aluminio, 2 de $d = 3"$ y 1 de $d = 2"$

Barras: Acero 101, de 1.5×2



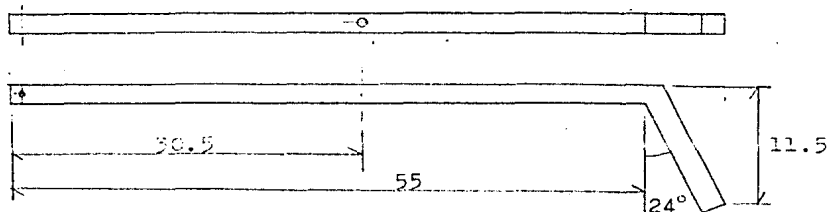
Esc. 1 : 10

e2



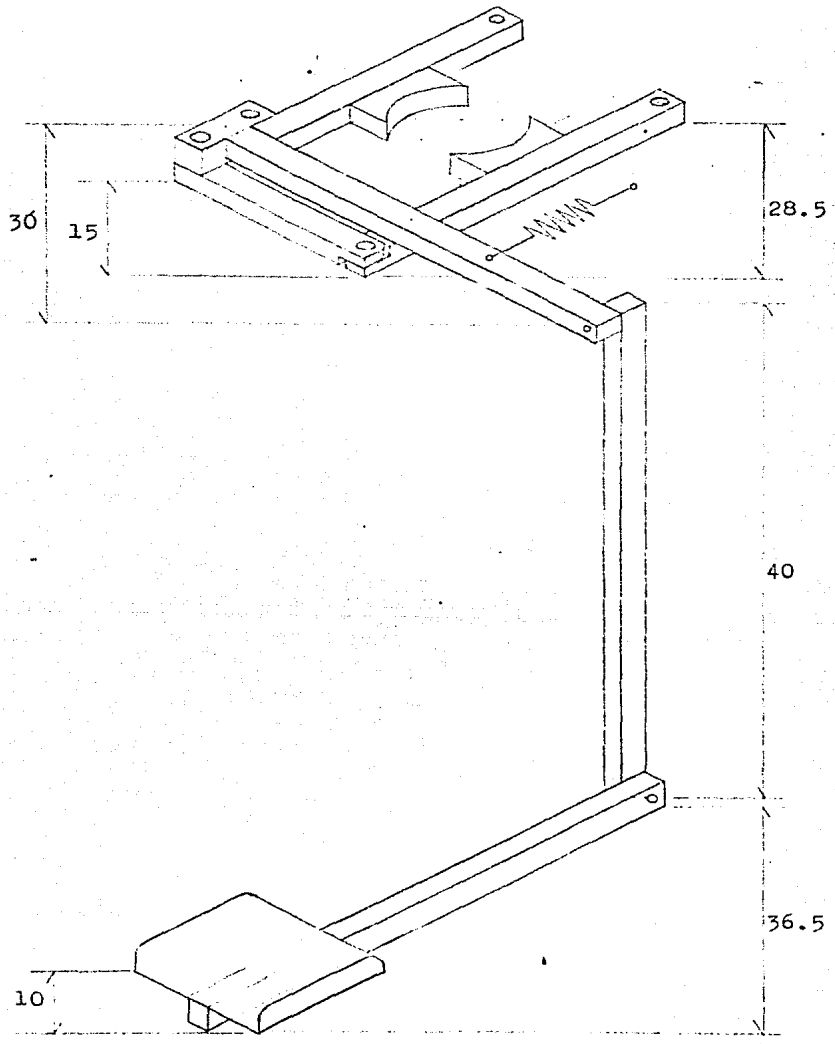
resorte

e1



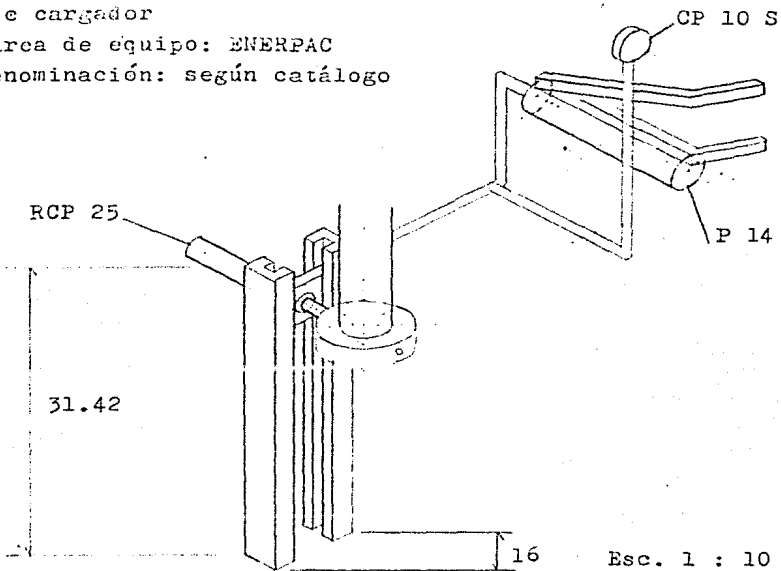
Esc. 1 : 5

f freno
Barras: Acero 101 , de 1.5x2



Esc. 1 : 4

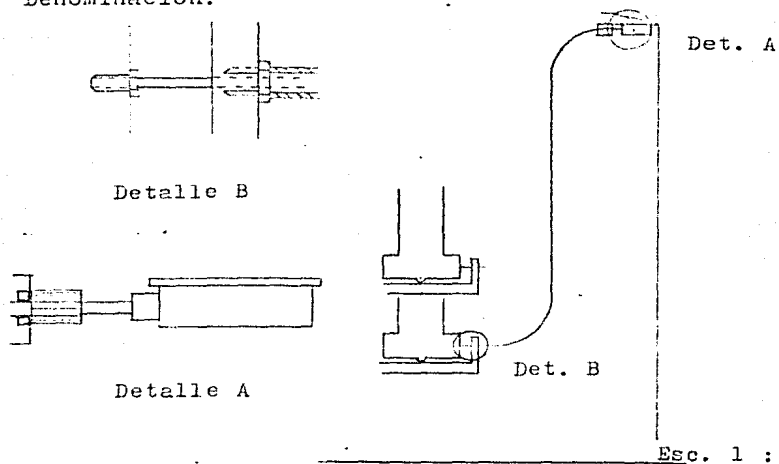
e cargador
Marca de equipo: ENERPAC
Denominación: según catálogo



Esc. 1 : 10

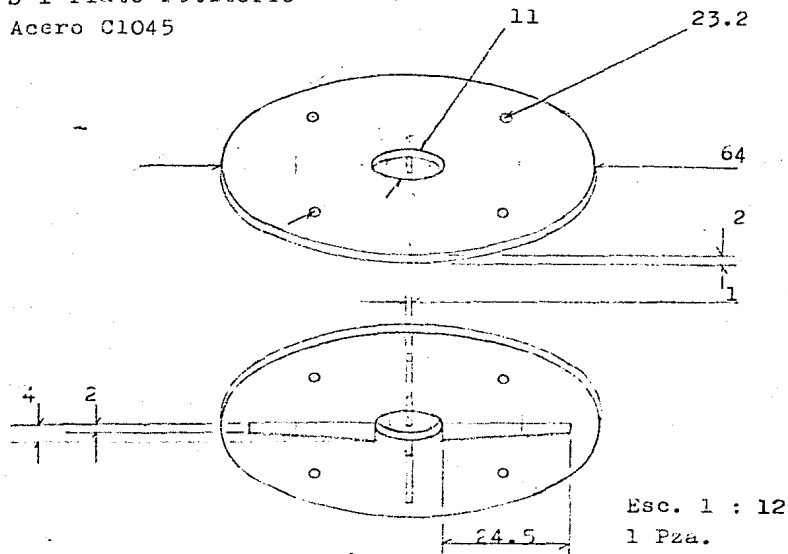
x medidor de excentricidad

Marca de equipo:
Denominación:

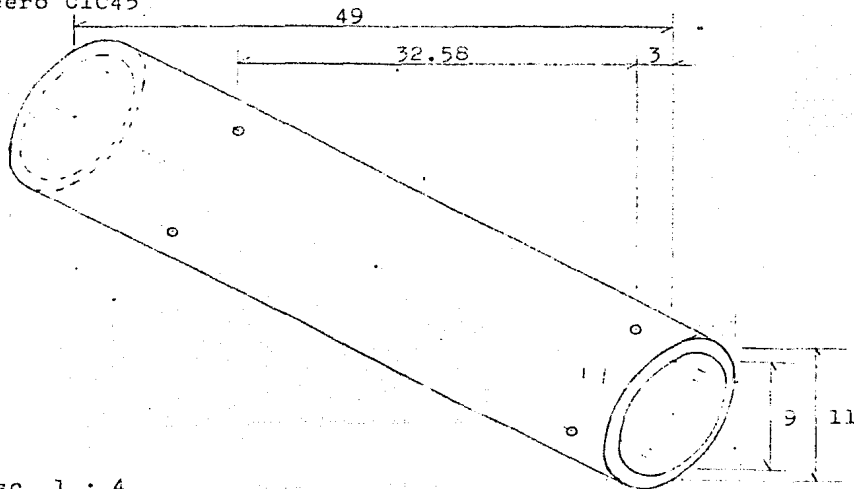


Esc. 1 : 10

S 1 Plato rotatorio
Acero C1045



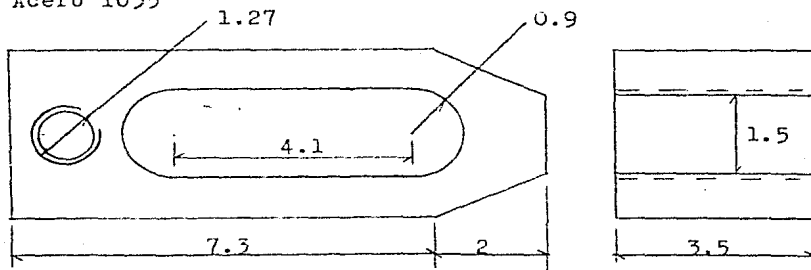
S 2 Arbol de transmisión
Acero C1C45



Esc. 1 : 4
1 Pza..

S 3 Mordazas

Acero 1035

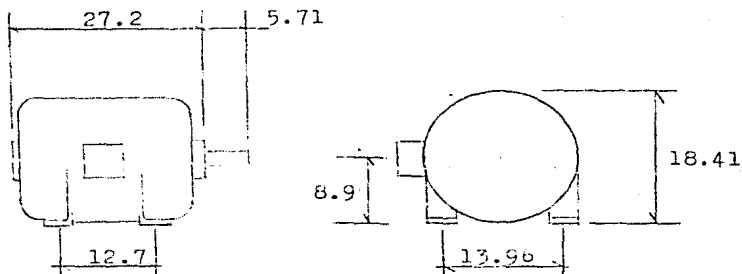


Esc. 1 : 1
4 Pzas.

V 1 Motor

Marca de equipo: MOTOREX, S.A.

Denominación: 1.5 hp, 1 800 rpm, NEMA 145T, 110 v.



Esc. 1 : 6.8

V 2 Bandas

Tipo: B sección 21/32" 13/32"

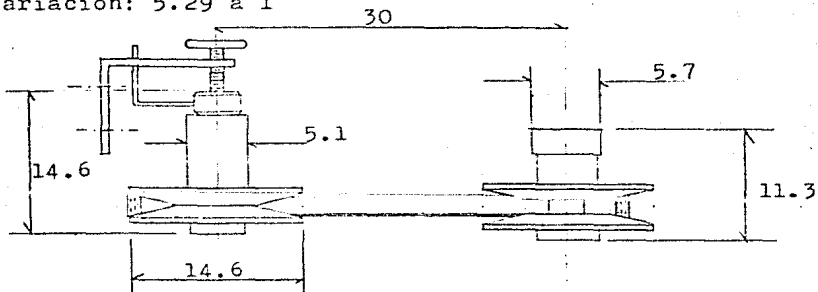
Longitud: 1 pza. de 93.38 (B35), 1 pza. de 134.1 (B51)
y 1 pza. de 144.2 (B55).

V 3 Poleas

Aluminio

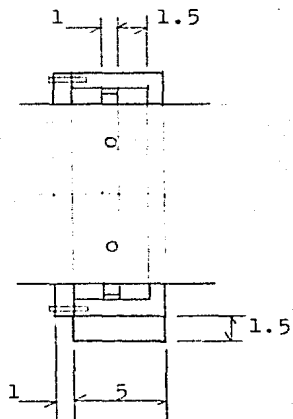
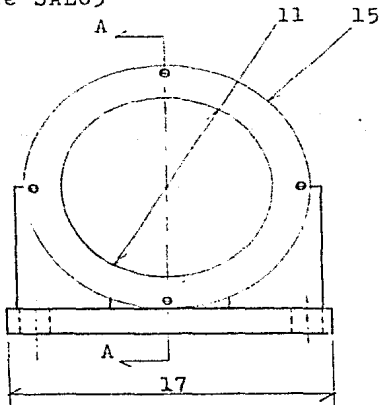
Diámetro: 2 pzas. de 13.97, 1 pza. de 30.48 y 1 pza.
de 33.02.

v poleas variables
 Marca de equipo: TRAMECIND, S. A.
 Denominación: Sistema Compuesto con tamaño de poleas
 357-357A
 Banda tipo B
 Variación: 5.29 a 1



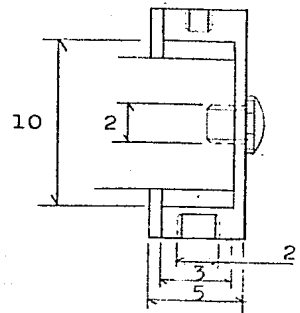
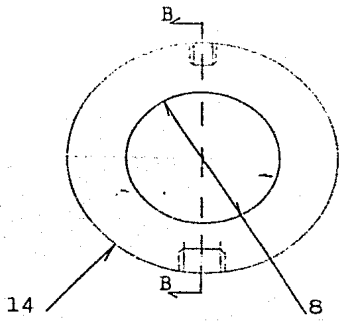
Esc. 1 : 5

j cojinetes
 Bronce SAE65



A-A

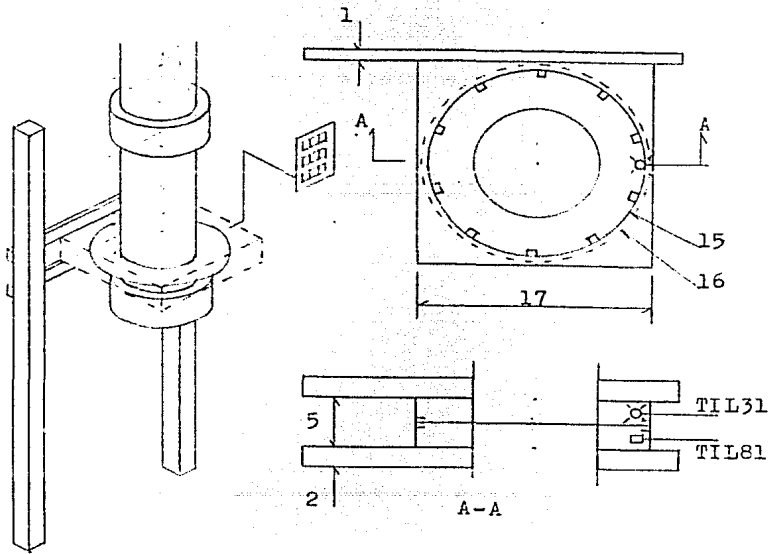
Esc. 1 : 3.3
 2 Pzas.



B-B

Esc. 1 : 3.3
1 Pza.

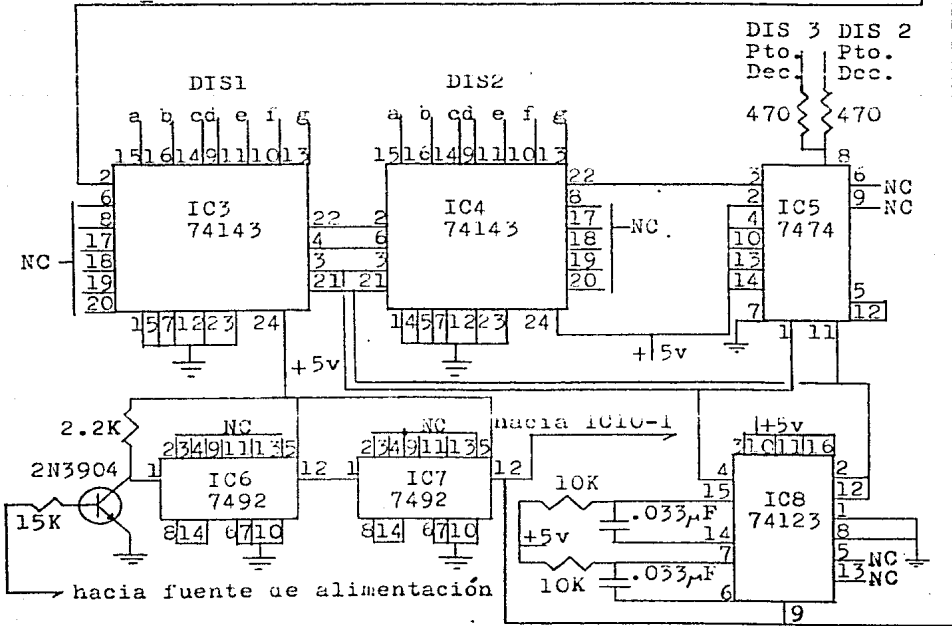
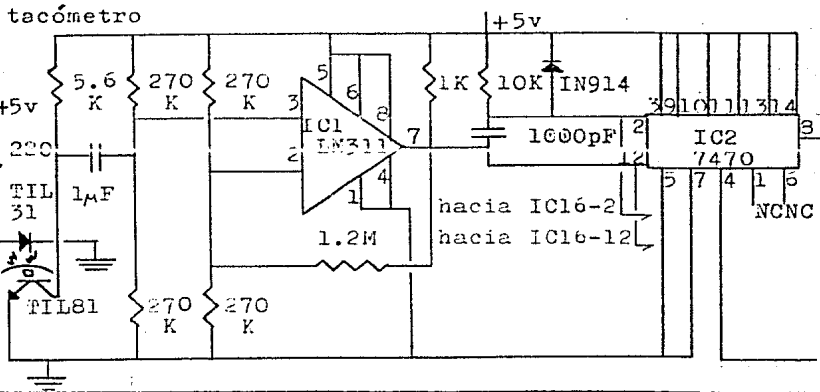
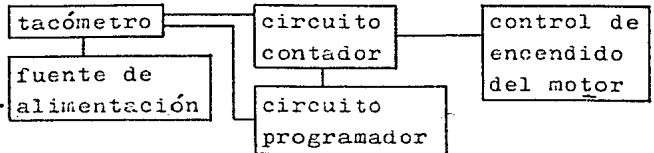
n tacómetro y
t contador de ciclos
Especificaciones de dispositivos en diagramas eléctricos.



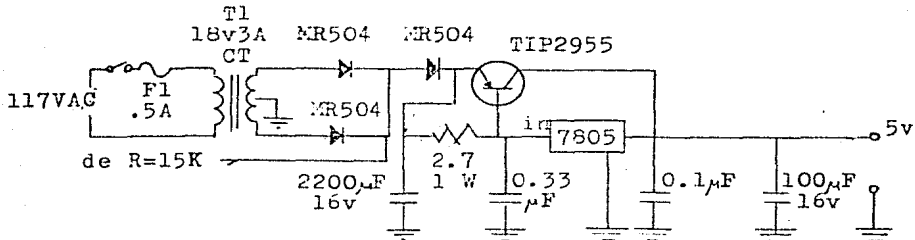
Esc. 1 : 10

Esc. 1 : 4

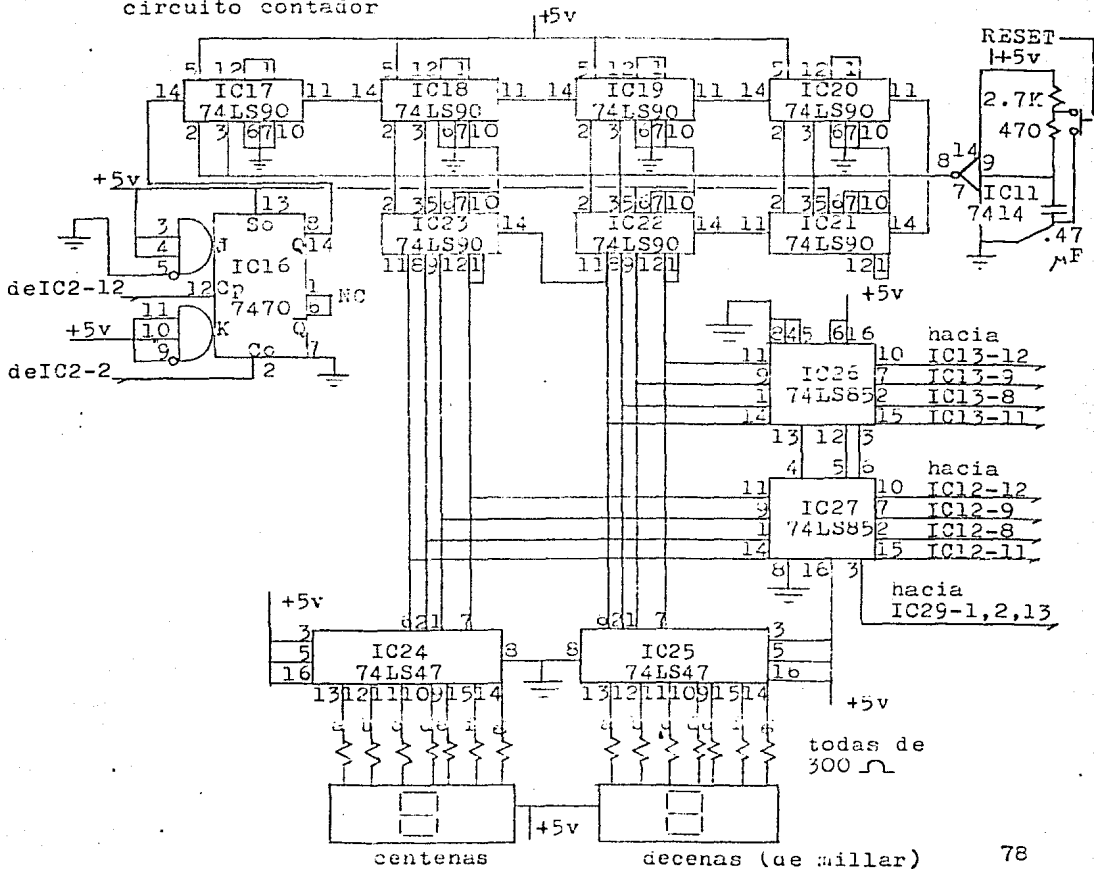
Diagramas eléctricos



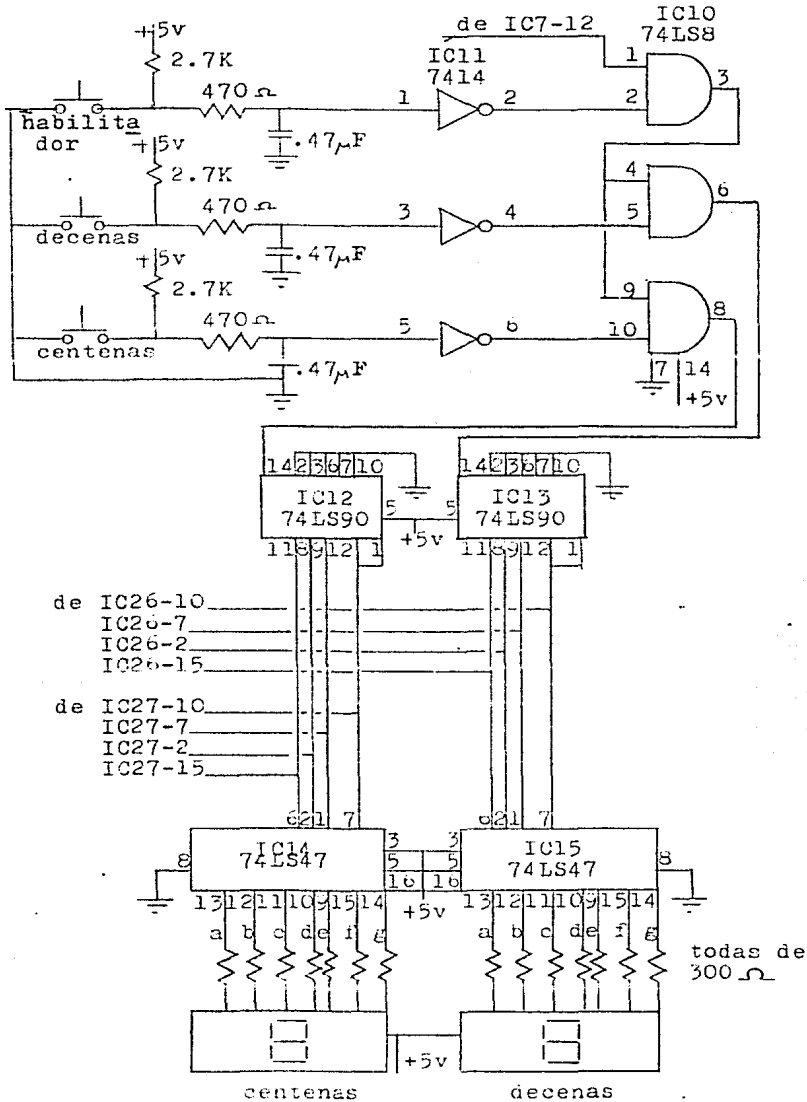
fuente de alimentación



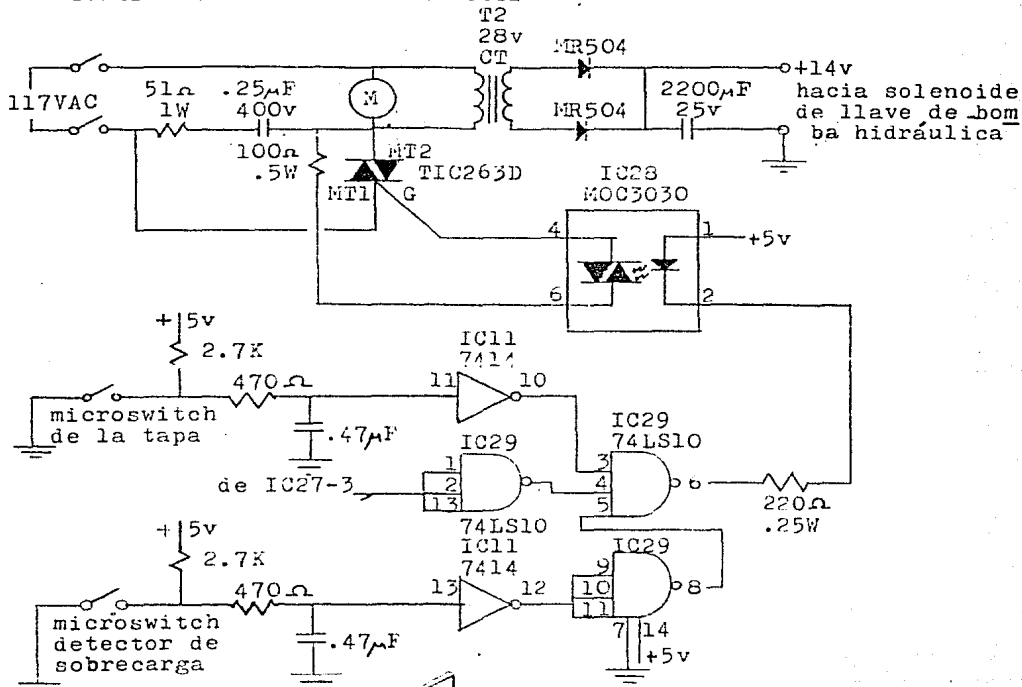
circuito contador



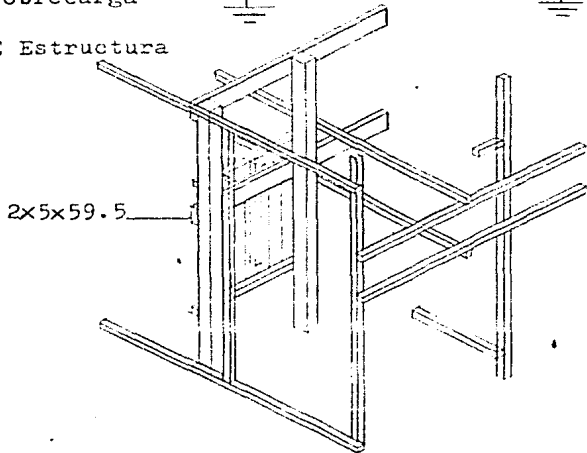
circuito programador



control de encendido del motor



E Estructura

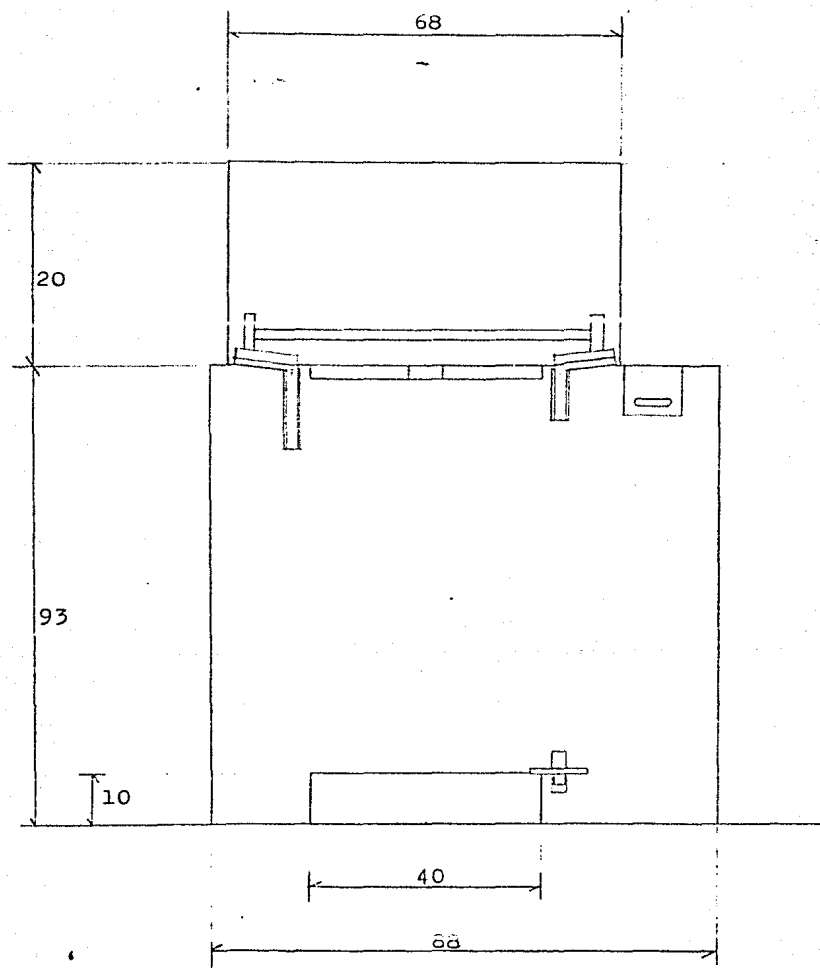


3.5x3.5x0.5

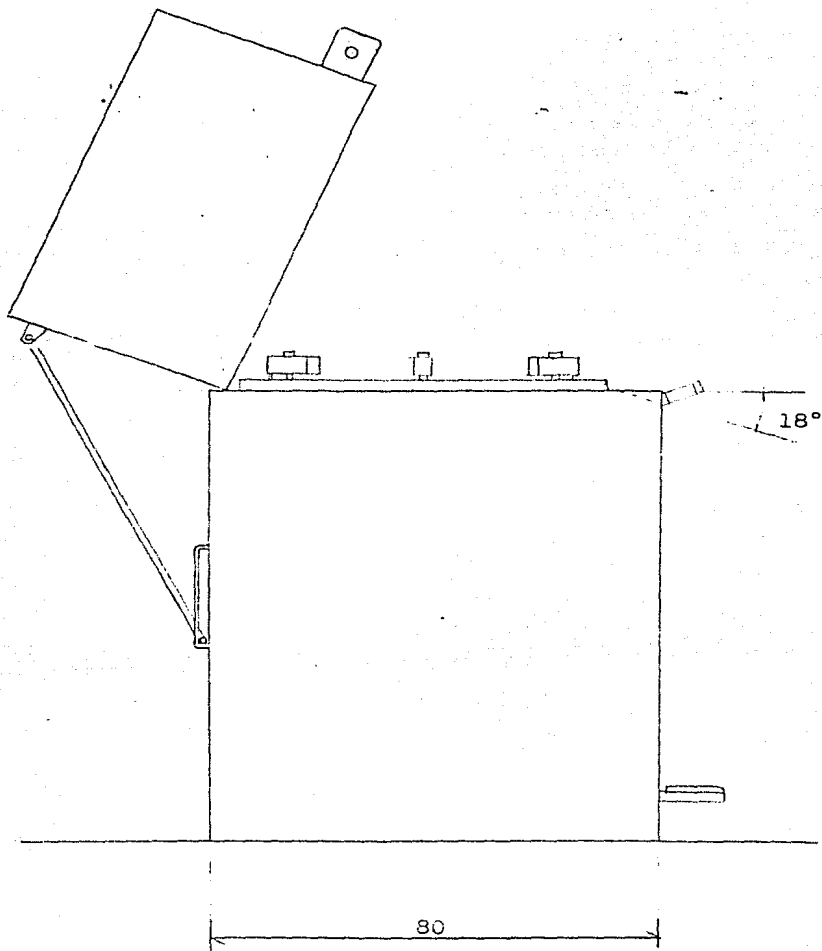
2x2x0.3

Esc. 1 : 15

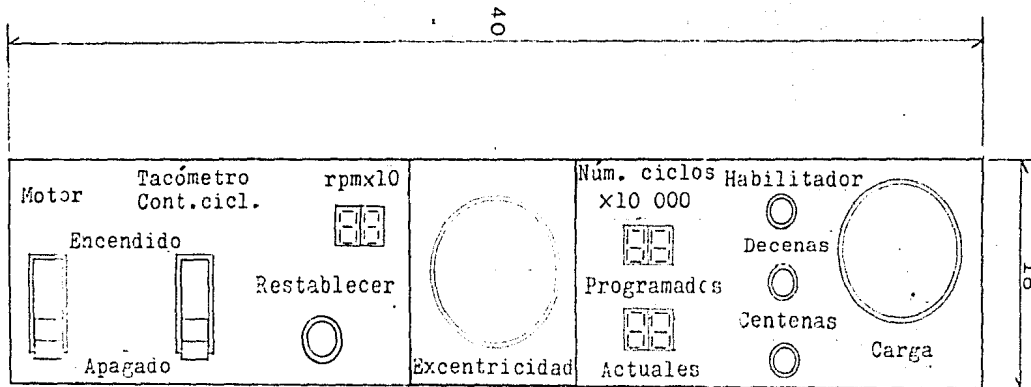
Vistas de conjunto



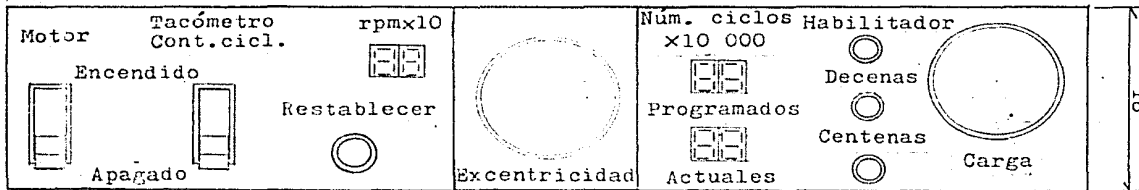
Esc. 1 : 10



Esc. 1 : 10



40



4.8 Lista de partes y sus precios

Tomamos la secuencia de la presentación de los dibujos.

Puesto que sólo se pretende dar un costo aproximado del artefacto, presentamos los precios de las partes más importantes, los cuales se obtuvieron el 28 de septiembre de 1987 (se incluye el IVA).

G generación del momento

G 1 brazo de carga	44 181.85
G 2 plato del brazo de carga	20 183.65
G 3 adaptadores (4)	80 734.60
torquímetro	74 354.00
tornillos	6 400.00

e elevador

poleas	10 246.96
barras	11 582.25

f freno

barras	14 457.56
pedal	3 009.00

c cargador

pistón	502 199.25
bomba	354 770.40
manguera	38 273.15
manómetro	244 448.60
conexiones	67 771.80
solenoides	8 000.00

x excentricidad

calibrador	152 791.30
funda	400.00
chicote	800.00

S sujeción

S 1 plato rotatorio	110 342.50
cartabones	8 409.95
S 2 árbol de transmisión	60 664.80
S 3 mordazas	1 496.60
tornillos	11 600.00

V proveedor de movimiento	
V 1 motor	132 000.00
V 2 bandas	16 869.68
V 3 poleas	67 414.84
flechas	13 847.87
chumaceras (4)	185 242.00
v poleas variables	154 100.00
j cojinetes	119 427.50
n tacómetro	
t contador de ciclos	140 534.60
E estructura	
perfil tubular	29 500.70
solera	9 362.25
Cubierta	104 546.35
	<hr/>
total	\$ 2 799 963.60

4.9 Comentarios

Para completar la información sobre algunos detalles de la máquina, añadimos lo siguiente:

- el número de adaptadores puede incrementarse al haber nuevos diámetros del círculo de tornillos y /o al variar el número de éstos,
- el giro del brazo de carga debe ser en el sentido del apriete del tornillo que sujeta a su cojinete,
- el material de las zapatas es madera,
- si durante la realización de una prueba se suspende la corriente eléctrica, se corra la cuenta de los ciclos,
- el rango real de variación de la velocidad es de 147.56 a 780.29 rpm, pues por lo general no se realizan pruebas a 100 rpm y si hay una tendencia a incrementar dicha velocidad,
- la sujeción puede ser mediante aros o medios aros, prolongando la vida de la rueda,
- en una fábrica de ruedas, el montaje final sin carga, rotando, debe tener una excentricidad máxima de 0.0762 mm.

5 CONCLUSION

La idea de hacer este trabajo surgió de la necesidad de tener un laboratorio de pruebas mecánicas, en las pequeñas fábricas de ruedas automotrices. Hasta donde sabemos, sólo la fábrica transnacional KELSEY-HAYES posee uno, al cual los pequeños fabricantes llevan sus ruedas a probar. De las máquinas probadoras de fatiga flexionante de esta fábrica, una es alemana, dos norteamericanas y una "hechiza", diseñada por sus ingenieros.

No hubo dificultad en obtener las normas sobre la prueba, sobre la rueda, e información sobre máquinas existentes, sobre características de la rueda y sobre la manera de hacer la prueba. Hubiésemos querido mostrar con datos sobre producción nacional de ruedas, in

portaciones-exportaciones, participación de las fábricas pequeñas en la producción total, etc., la necesidad de la máquina, sin embargo, no hay información actualizada y la que hay no permite deducir algo.

En cuanto al fruto del trabajo, pensamos que la máquina si funcionará, que no va a doblarse ni a vibrar y que los resultados de las pruebas serán confiables. Su funcionamiento es sencillo, su composición no es compleja y sus componentes, la mayoría, se encuentran en el mercado nacional; además al considerar las características de los componentes, tuvimos presentes los recursos económicos y tecnológicos.

Personalmente el trabajo dio experiencia en cuanto lo que es el diseño y el papel de la ingeniería mecánica en la realidad; no sólo de mantenimiento de plantas, sino de crear nuevas máquinas.

El no haber contado con recursos ni tiempo para realizar un prototipo, nos privo de otra gran experiencia y de completar el proceso de diseño. Queda, pues, como tarea, el promover su fabricación y cumplir así plenamente con lo prestado al comienzo del presente trabajo.

Ha aumentado la confianza y la seguridad en que si podemos. Seguiremos por este camino hasta que ya no tengan nada que hacer en este país tanta empresa transnacional.

"Que otros obtengan
lo que nos fue negado
o no supimos
conquistar"