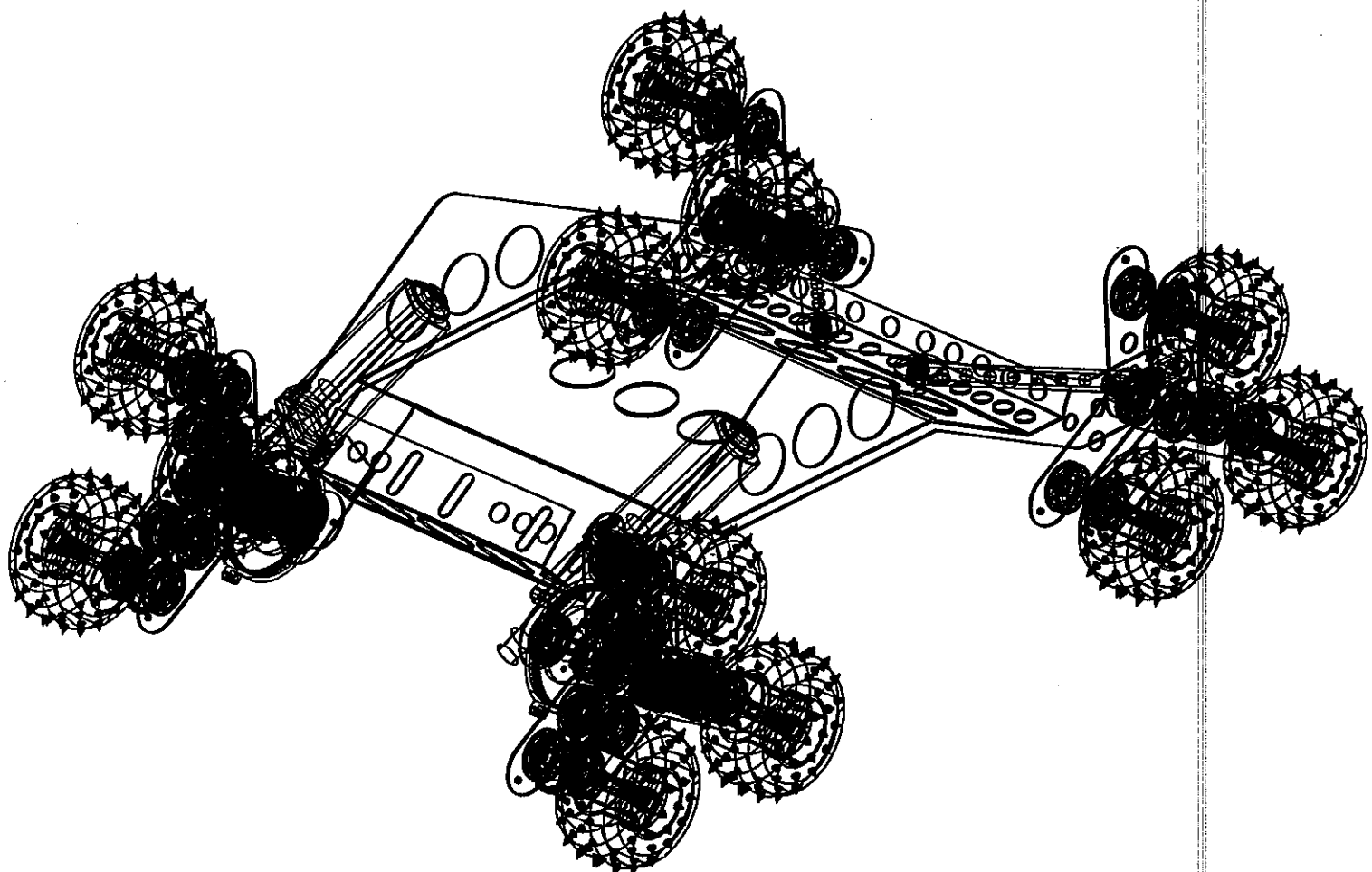
ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

แบบ (Drawing) ของกลไกปีนป่ายบันไดจำลอง

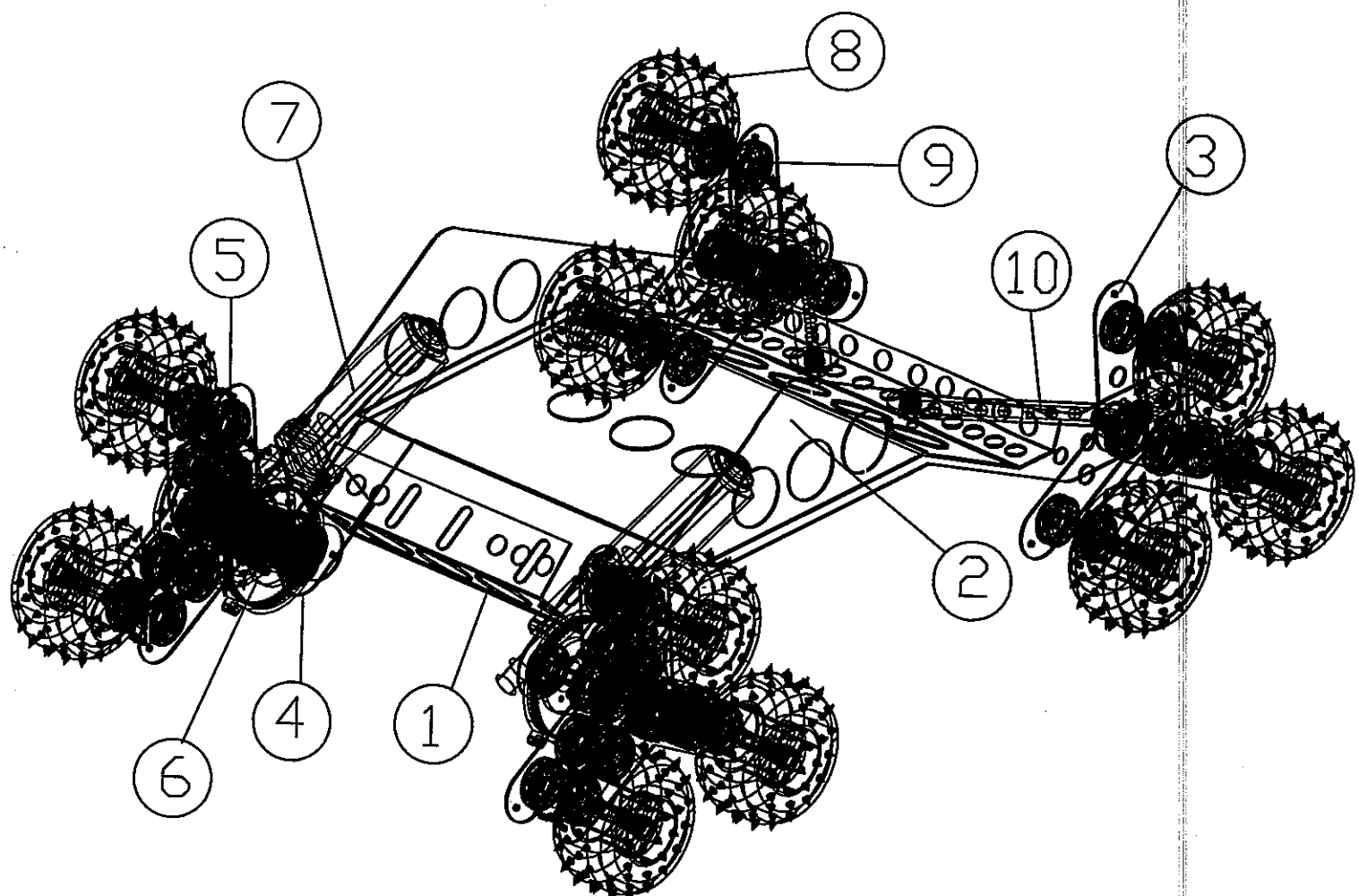


FACULTY OF ENGINEERING NARESUAN UNIVERSITY	STAIRS CLIMBING MECHANISM MODEL	SCALE: None	DATE: 10/04/03	PLATE: 01/24
		DRAWN BY: SURADECH.T		

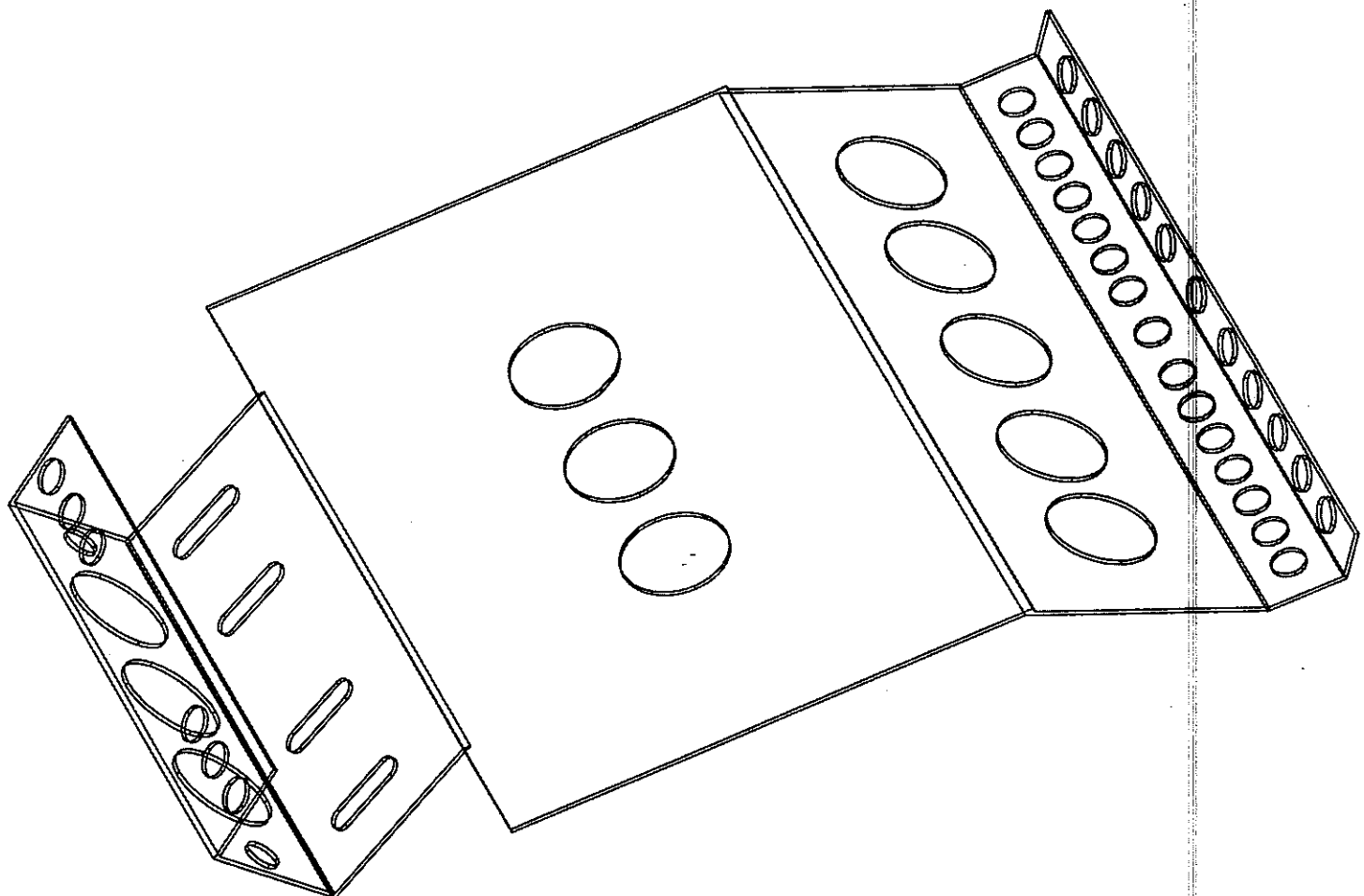
Parts List

Item	Name	Material
1	Floor frame Isometric	Plate steel
2	Floor frame 1/2	Plate steel
3	Floor frame 2/2	Plate steel
4	Side frame Isometric	Plate steel
5	Side frame	Plate steel
6	Arm wheel Isometric	Plate steel
7	Arm wheel	Plate steel
8	Lock shaft 1/2	Plate steel
9	Lock shaft 2/2	Plate steel
10	Gear drive	Plastic
11	Lock shaft drive	Brass
12	Lock shaft drive	Brass
13	Motor drive Isometric	
14	Motor drive	
15	Wheel Isometric	Wheel of toy
16	Wheel	Wheel of toy
17	Shaft Isometric	Brass
18	Shaft	Brass
19	Lock frame Isometric	Aluminium
20	Lock frame	Aluminium
21	Bearing, Bolt, Nut and Ring	

FACULTY OF ENGINEERING NARESUAN UNIVERSITY	STAIRS CLIMBING MECHANISM MODEL Parts List	SCALE: None	DATE: 10/04/03	PLATE: 02/24
		DRAWN BY: SURADECH.T		

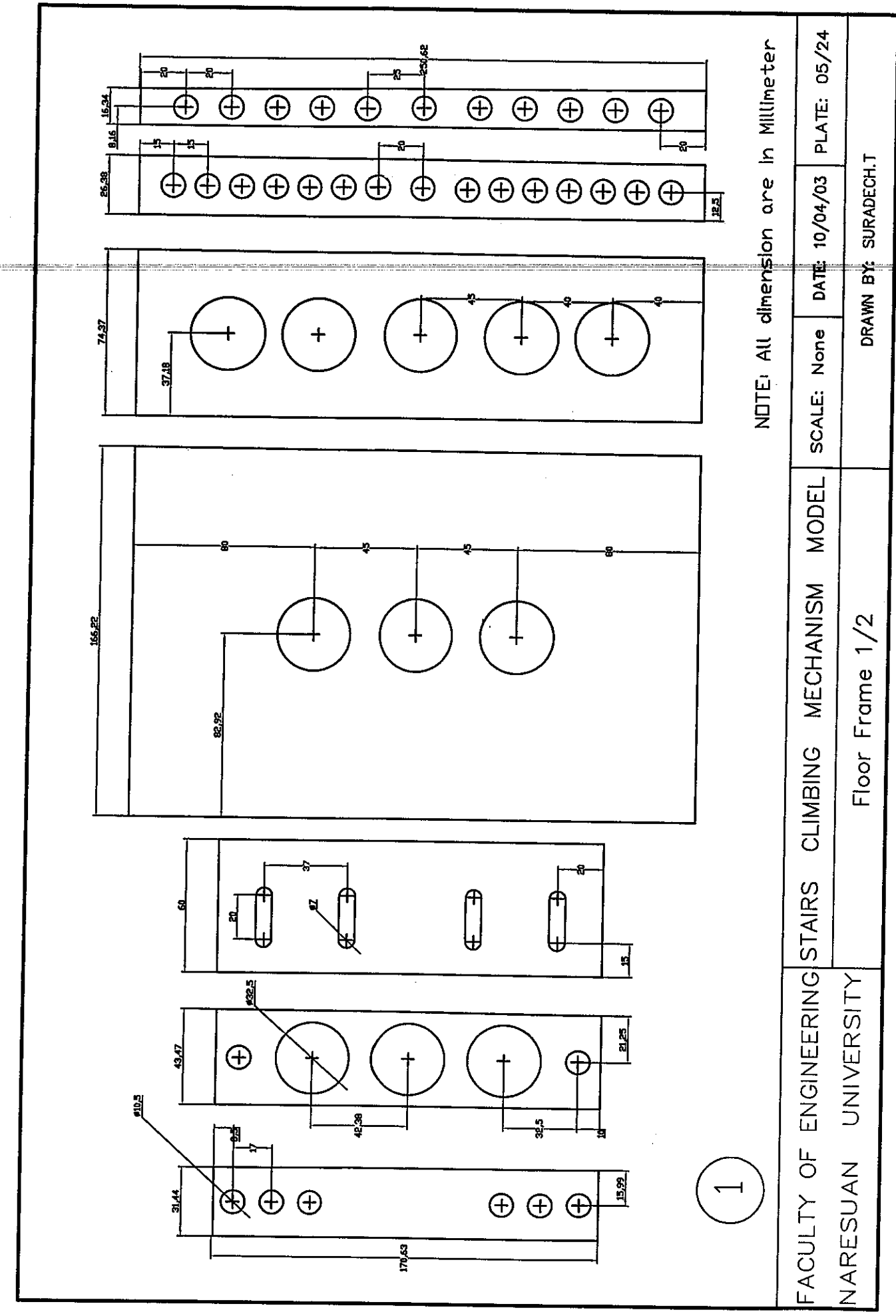


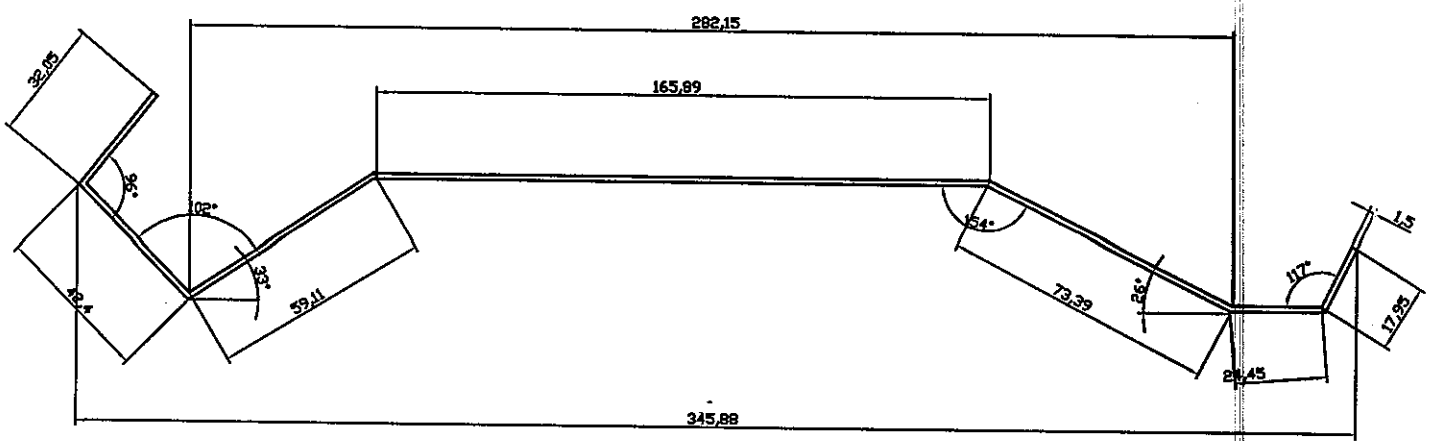
FACULTY OF ENGINEERING NARESUAN UNIVERSITY	STAIRS CLIMBING MECHANISM MODEL	SCALE: None	DATE: 10/04/03	PLATE: 03/24
		DRAWN BY: SURADECH.T		



1

FACULTY OF ENGINEERING	STAIRS CLIMBING MECHANISM MODEL	SCALE: None	DATE: 10/04/03	PLATE: 04/24
NARESUAN UNIVERSITY	Floor Frame Isometric	DRAWN BY: SURADECH.T		

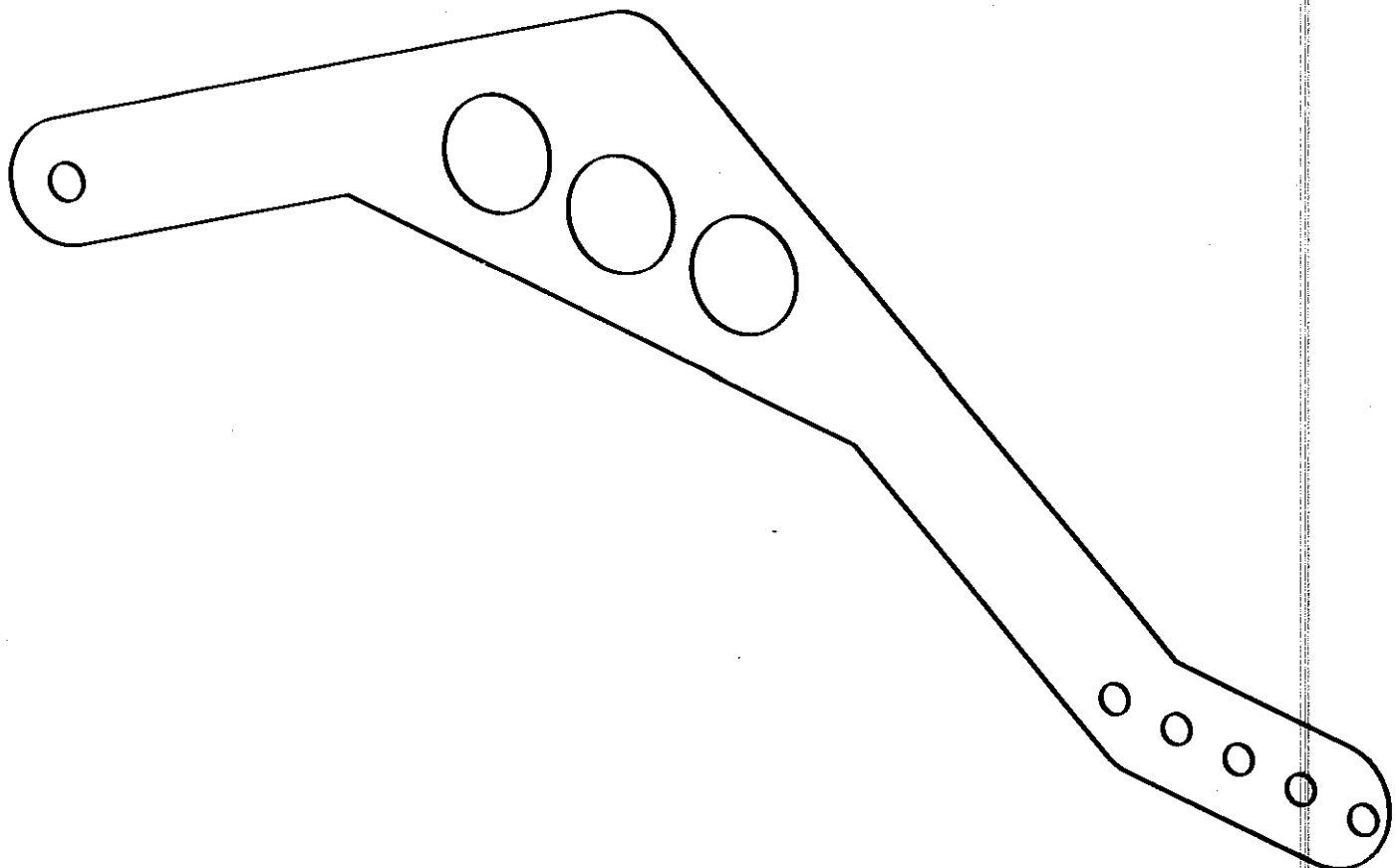

NOTE: All dimension are in Millimeter
FACULTY OF ENGINEERING NARESUAN UNIVERSITY
STAIRS CLIMBING MECHANISM MODEL
SCALE: None
DATE: 10/04/03
PLATE: 05/24
DRAWN BY: SURADECH.T
Floor Frame 1/2
1
250.62
74.37
37.18
155.22
82.92
170.63
31.44
43.47
42.38
32.5
21.25
15.99
60
20
37
Ø7
Ø10.5
Ø32.5



1

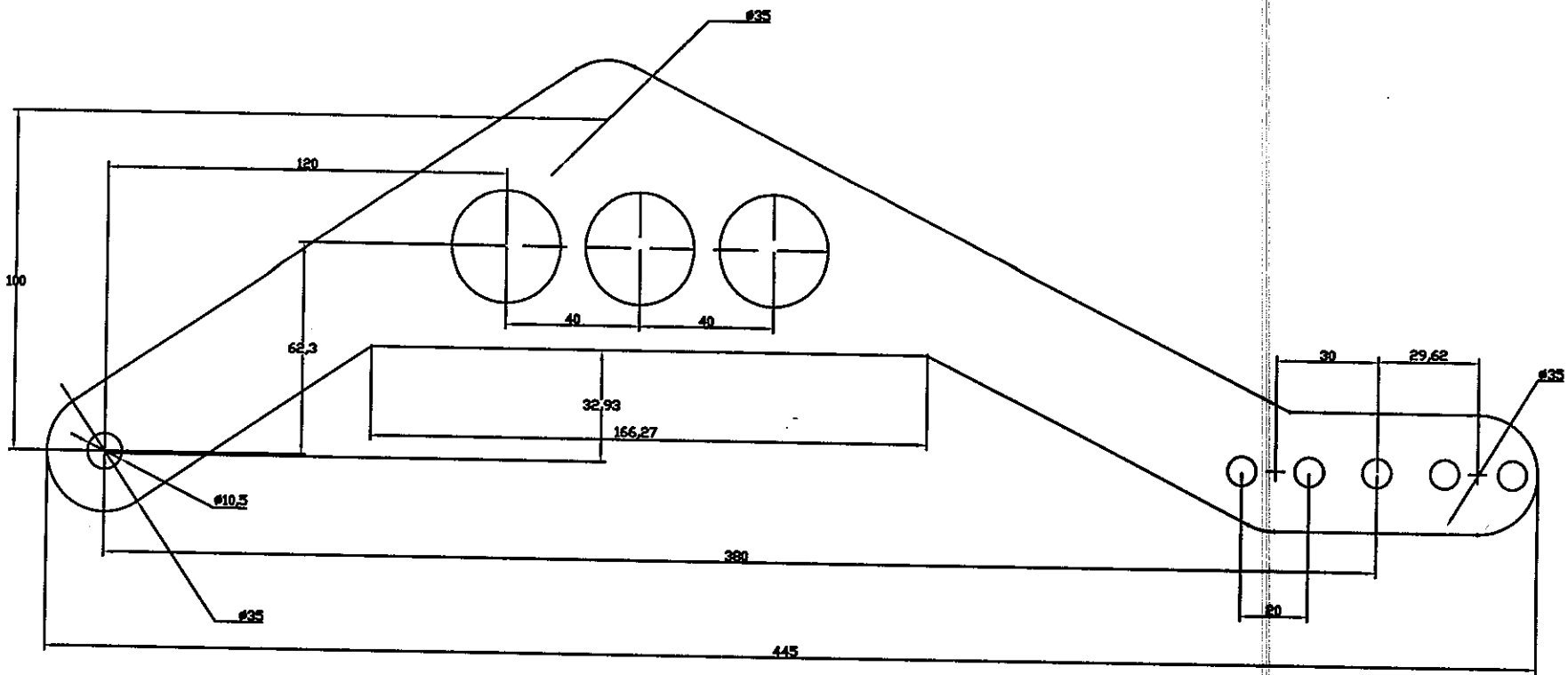
NOTE: All dimension are in Millimeter

FACULTY OF ENGINEERING	STAIRS CLIMBING MECHANISM MODEL	SCALE: 1 : 2	DATE: 10/04/03	PLATE: 06/24
NARESUAN UNIVERSITY	Floor Frame 2/2	DRAWN BY: SURADECH.T		



2

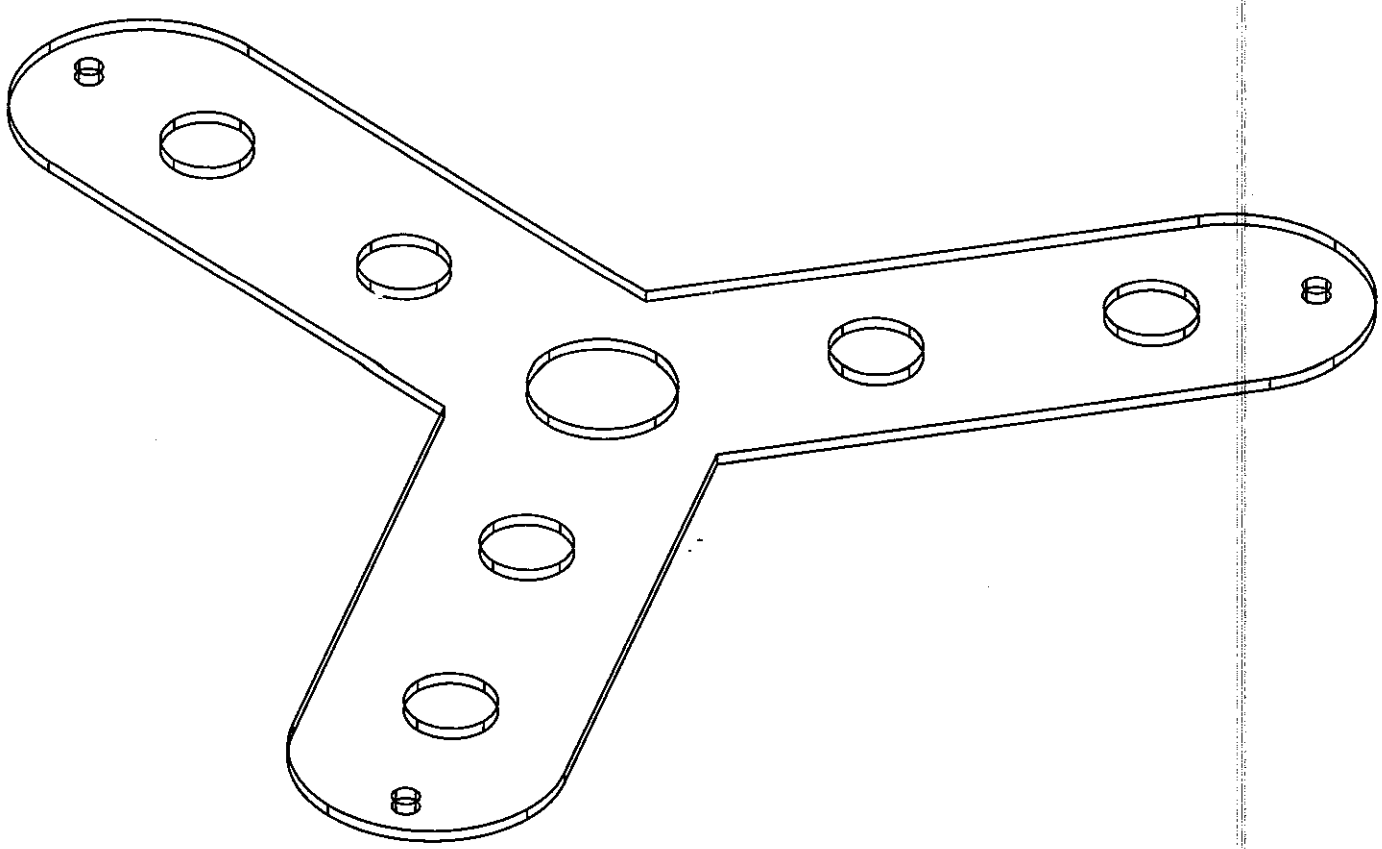
FACULTY OF ENGINEERING NARESUAN UNIVERSITY	STAIRS CLIMBING MECHANISM MODEL Side Frame Isometric	SCALE: None	DATE: 10/04/03	PLATE: 07/24
		DRAWN BY: SURADECH.T		



2

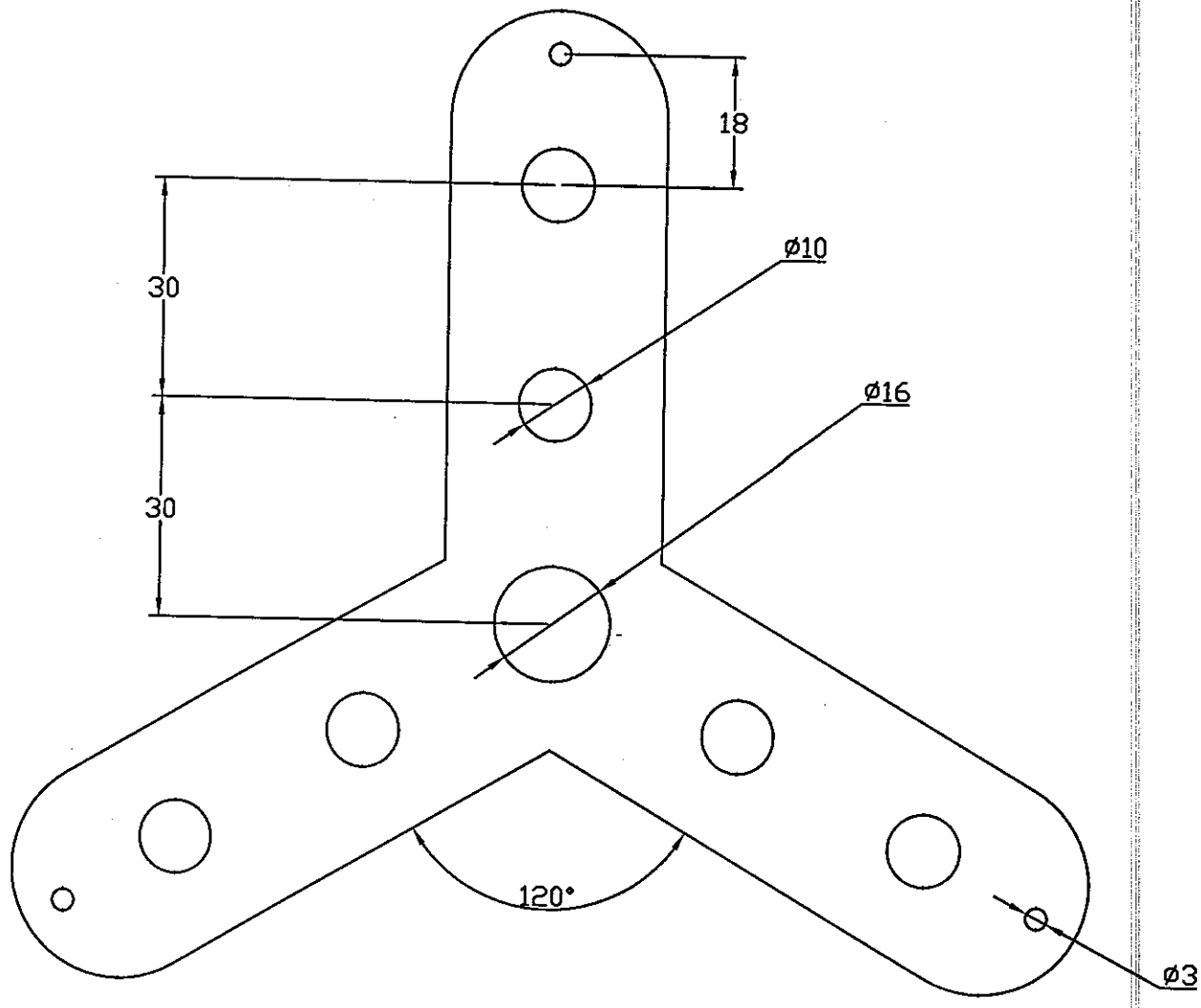
NOTE: All dimension are in Millimeter

FACULTY OF ENGINEERING	STAIRS CLIMBING MECHANISM MODEL	SCALE: 1 : 2	DATE: 10/04/03	PLATE: 08/24
NARESUAN UNIVERSITY	Side Frame	DRAWN BY: SURADECH.T		



3

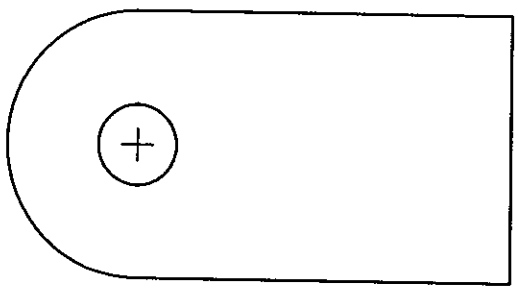
FACULTY OF ENGINEERING NARESUAN UNIVERSITY	STAIRS CLIMBING MECHANISM MODEL Arm Wheel Isometric	SCALE: None	DATE: 10/04/03	PLATE: 09/24
		DRAWN BY: SURADECH.T		

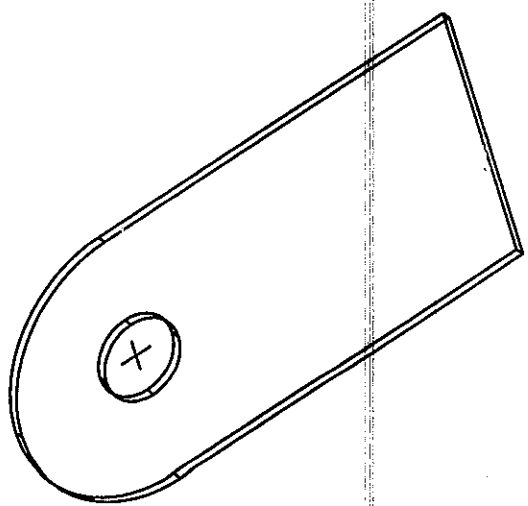


3

NOTE: All dimension are in Millimeter

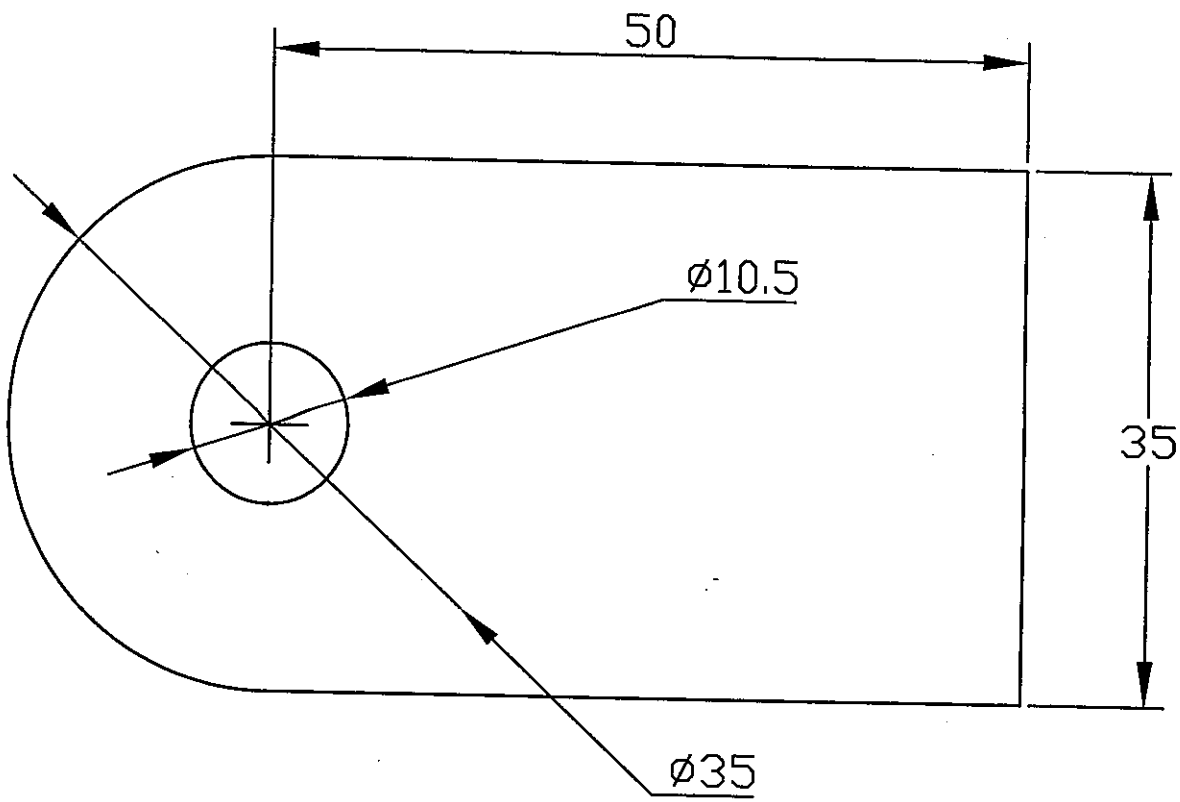
FACULTY OF ENGINEERING NARESUAN UNIVERSITY	STAIRS CLIMBING MECHANISM MODEL Arm Wheel	SCALE: 1 : 1	DATE: 10/04/03	PLATE: 10/24
		DRAWN BY: SURADECH.T		





4

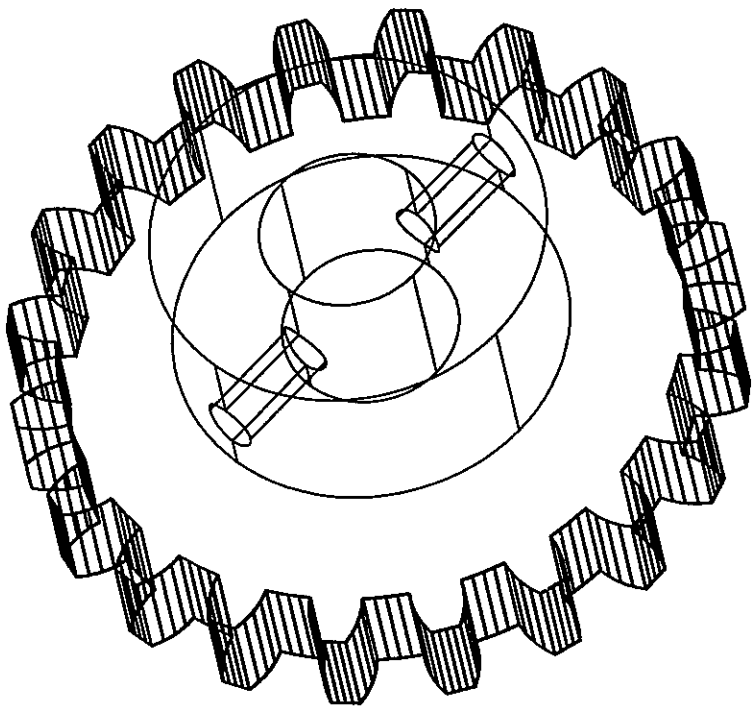
FACULTY OF ENGINEERING	STAIRS CLIMBING MECHANISM MODEL	SCALE: None	DATE: 10/04/03	PLATE: 11/24
NARESUAN UNIVERSITY	Lock Shaft 1/2	DRAWN BY: SURADECH.T		

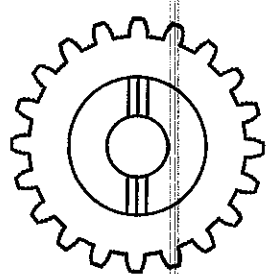


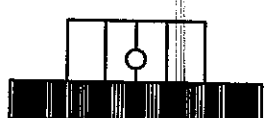
4

NOTE: All dimension are in Millimeter

FACULTY OF ENGINEERING NARESUAN UNIVERSITY	STAIRS CLIMBING MECHANISM MODEL Lock Shaft 2/2	SCALE: 2 : 1	DATE: 10/04/03	PLATE: 12/24
		DRAWN BY: SURADECH.T		

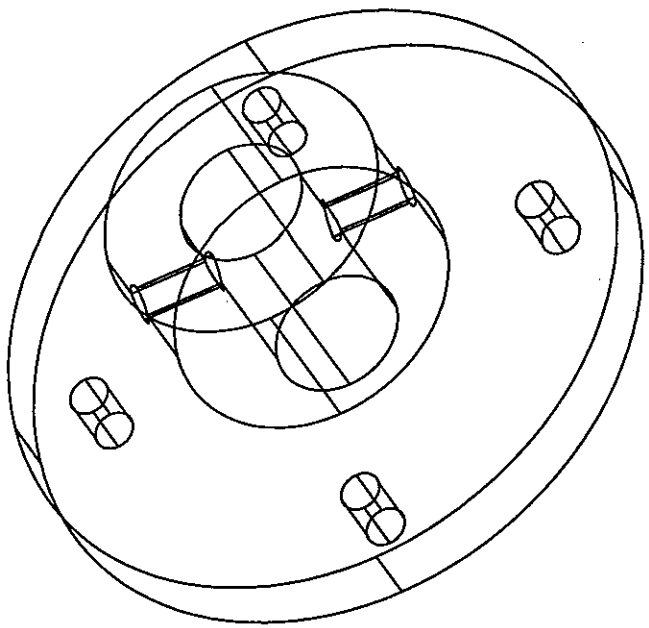


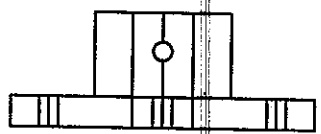


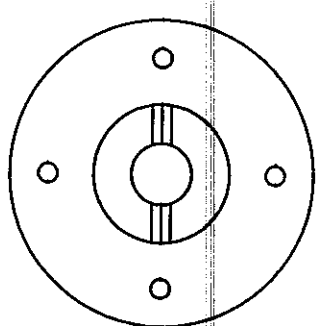


5

FACULTY OF ENGINEERING NARESUAN UNIVERSITY	STAIRS CLIMBING MECHANISM MODEL Gear Drive	SCALE: None	DATE: 10/04/03	PLATE: 13/24
		DRAWN BY: SURADECH.T		

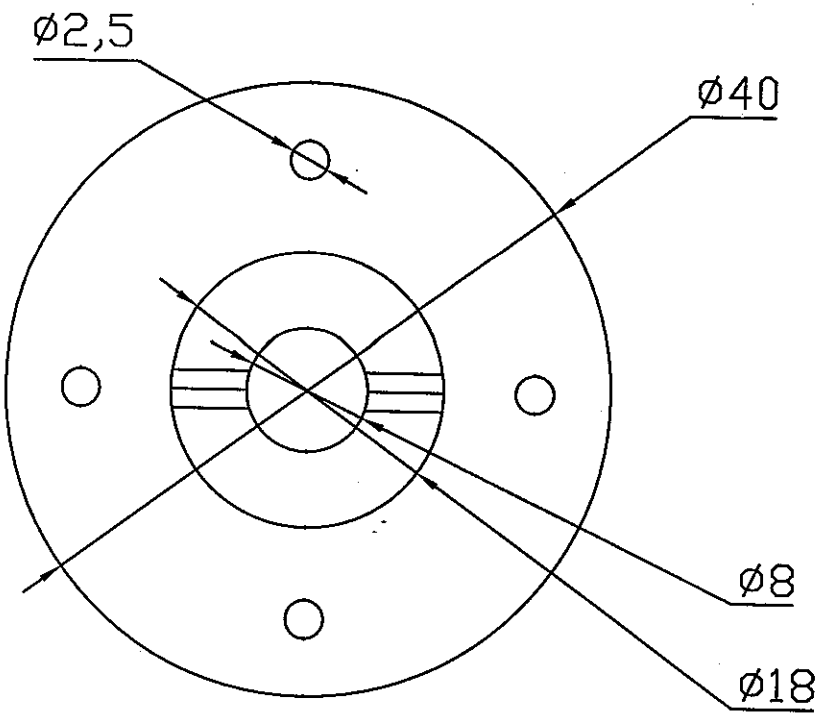






6

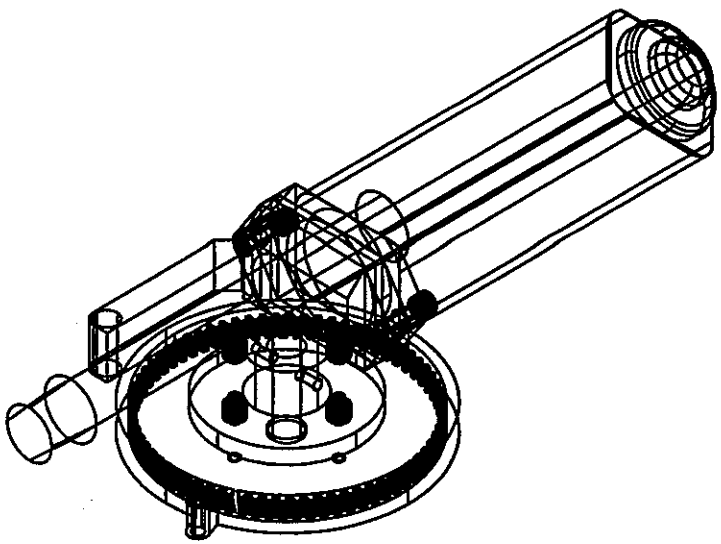
FACULTY OF ENGINEERING	STAIRS CLIMBING MECHANISM MODEL	SCALE: None	DATE: 10/04/03	PLATE: 14/24
NARESUAN UNIVERSITY	Lock Shaft Drive	DRAWN BY: SURADECH.T		

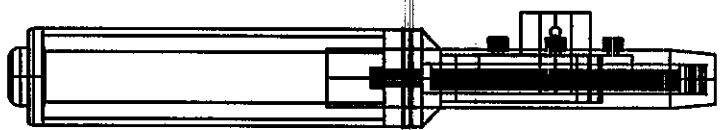


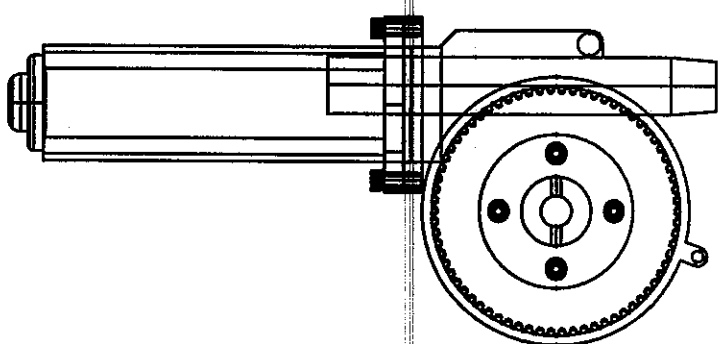
6

NOTE: All dimension are in Millimeter

FACULTY OF ENGINEERING NARESUAN UNIVERSITY	STAIRS CLIMBING MECHANISM MODEL Lock Shaft Drive	SCALE: 2 : 1	DATE: 10/04/03	PLATE: 15/24
		DRAWN BY: SURADECH TENPHOM		

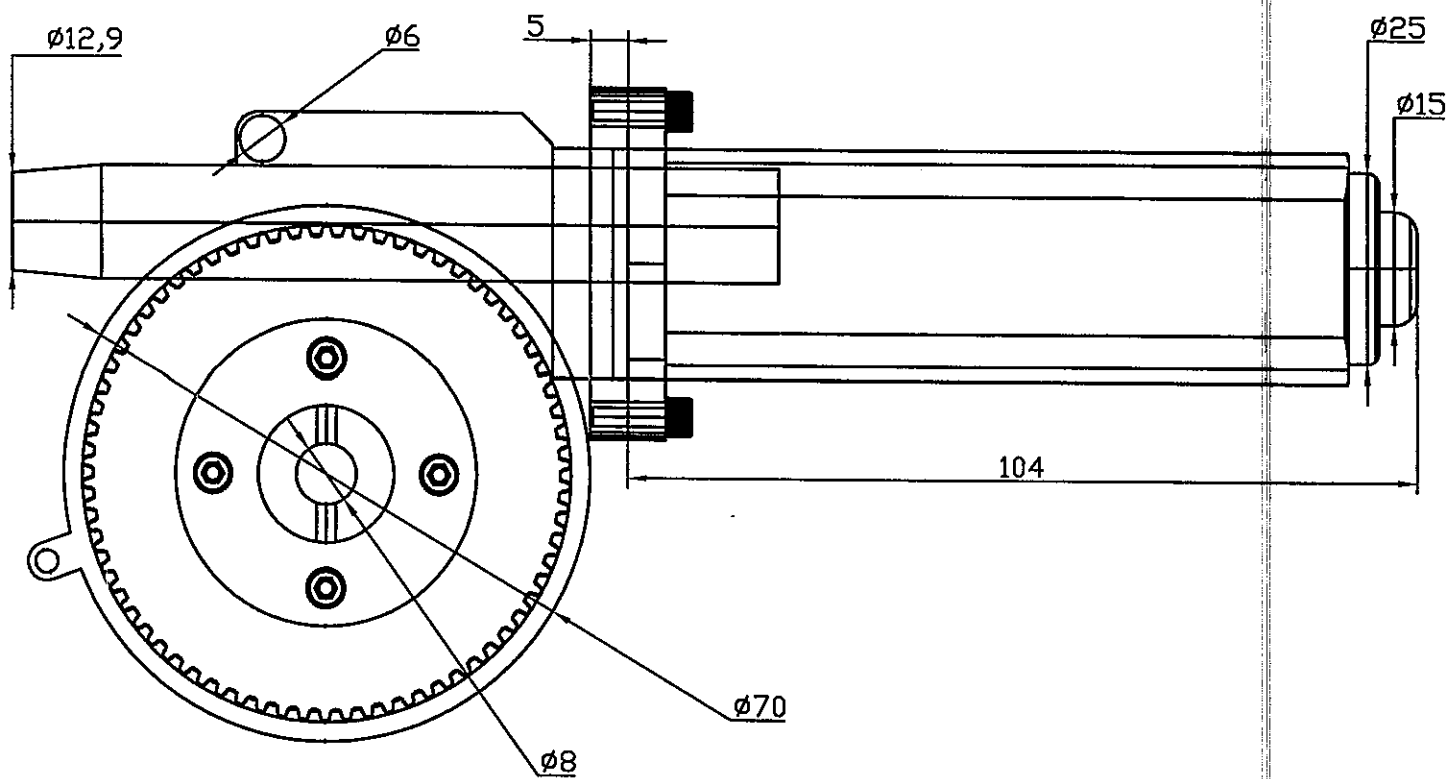






7

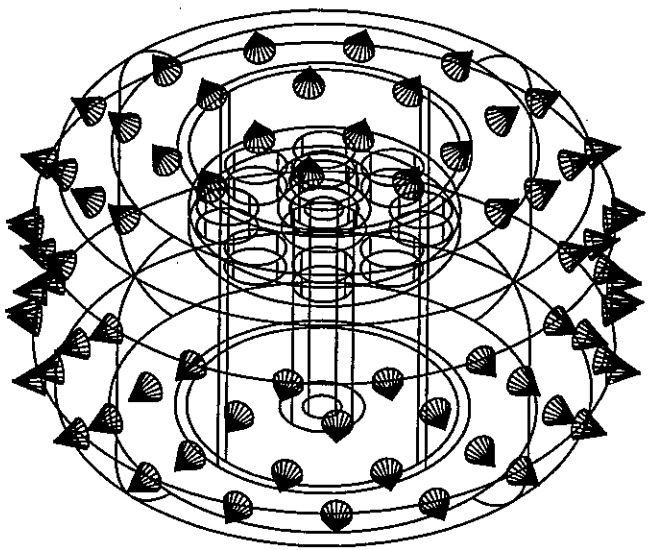
FACULTY OF ENGINEERING	STAIRS CLIMBING MECHANISM MODEL	SCALE: None	DATE: 10/04/03	PLATE: 16/24
NARESUAN UNIVERSITY	Motor Drive Isometric	DRAWN BY: SURADECH.T		

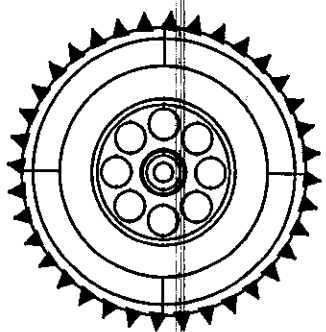


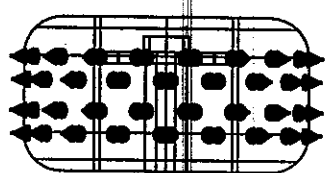
7

NOTE: All dimension are in Millimeter

FACULTY OF ENGINEERING	STAIRS CLIMBING MECHANISM MODEL	SCALE: 1 : 1	DATE: 10/04/03	PLATE: 17/24
NARESUAN UNIVERSITY	Motor Drive	DRAWN BY: SURADECH.T		

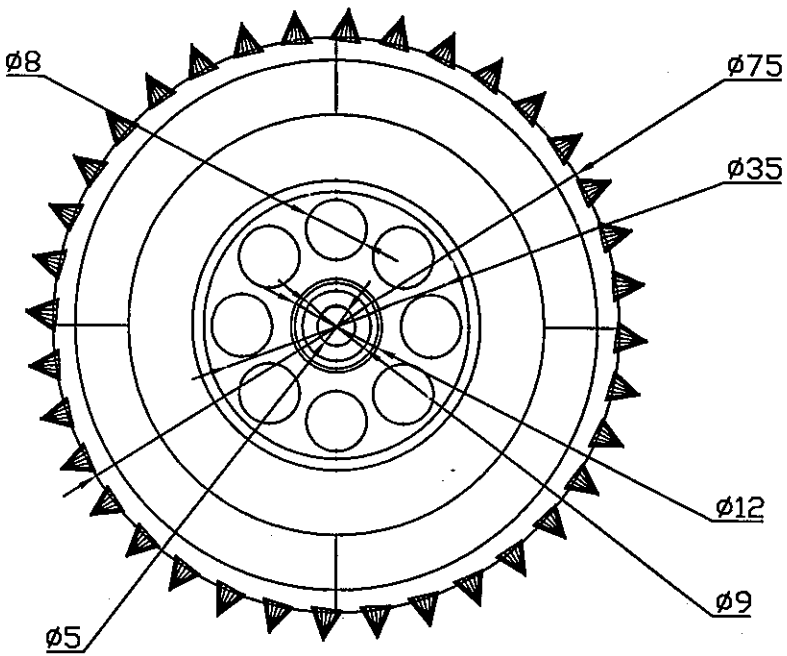






8

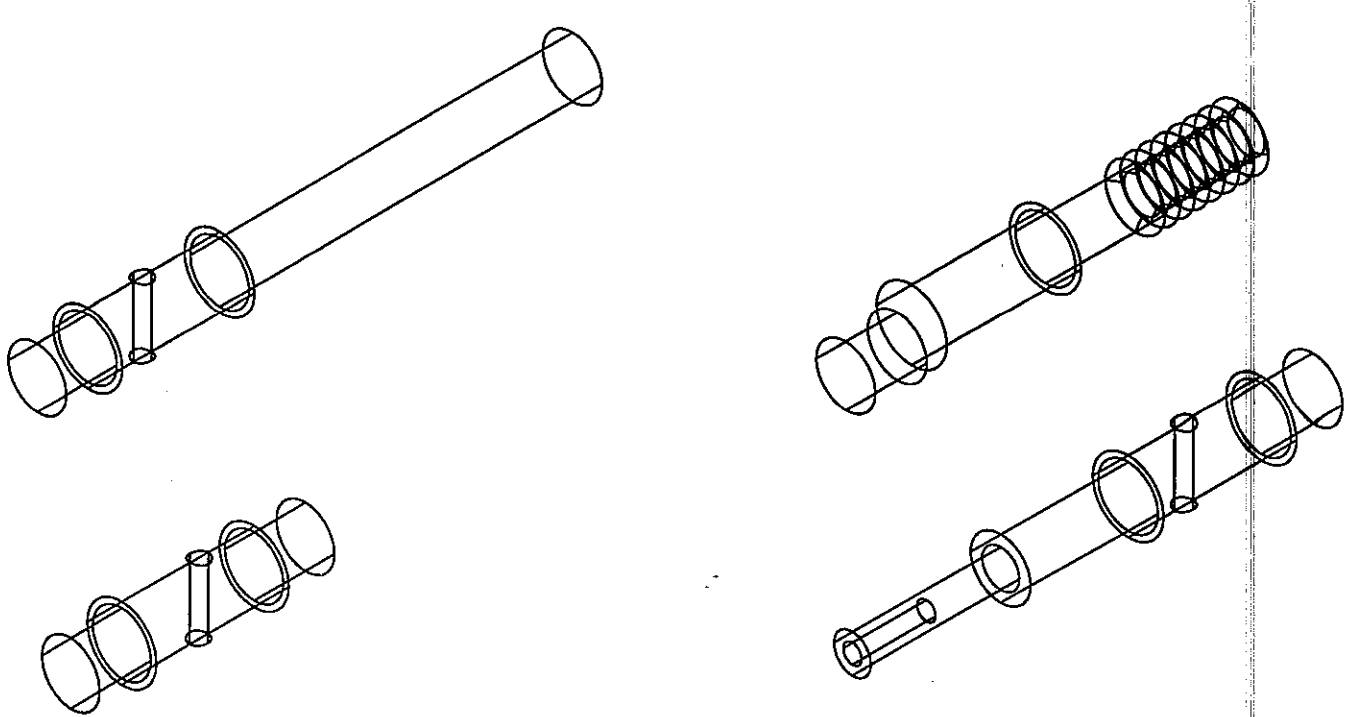
FACULTY OF ENGINEERING	STAIRS CLIMBING MECHANISM MODEL	SCALE: None	DATE: 10/04/03	PLATE: 18/24
NARESUAN UNIVERSITY	Wheel Isometric	DRAWN BY: SURADECH.T		



8

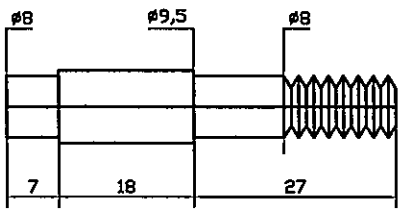
NOTE: All dimension are in Millimeter

FACULTY OF ENGINEERING	STAIRS CLIMBING MECHANISM MODEL	SCALE: 1 : 1	DATE: 10/04/03	PLATE: 19/24
NARESUAN UNIVERSITY	Wheel	DRAWN BY: SURADECH.T		

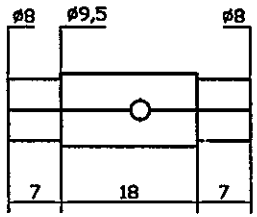


9

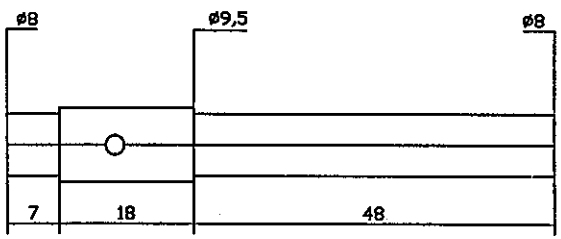
FACULTY OF ENGINEERING	STAIRS CLIMBING MECHANISM MODEL	SCALE: None	DATE: 10/04/03	PLATE: 20/24
NARESUAN UNIVERSITY	Shaft Isometric	DRAWN BY: SURADECH.T		



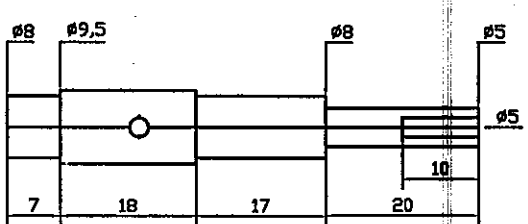
เพลากลางล้อหลัง



เพลาหน้าติดเฟืองขับ



เพลากลางล้อหน้า

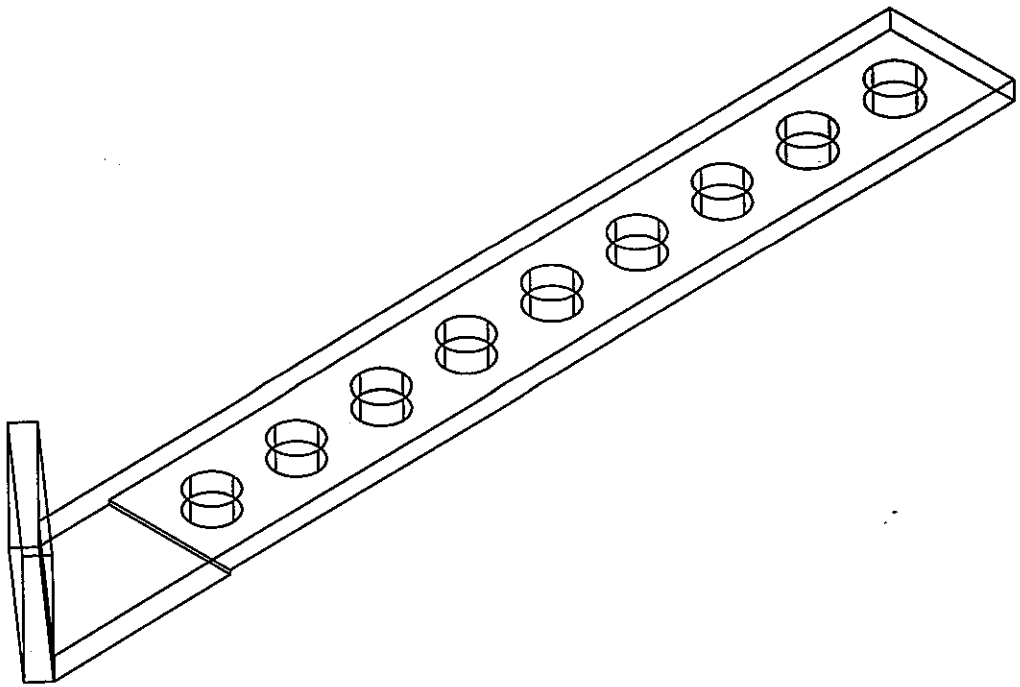


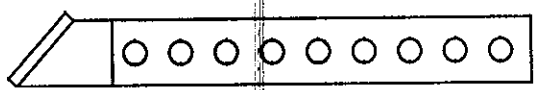
เพลาหน้า-หลังติดล้อ

9

NOTE: All dimension are in Millimeter

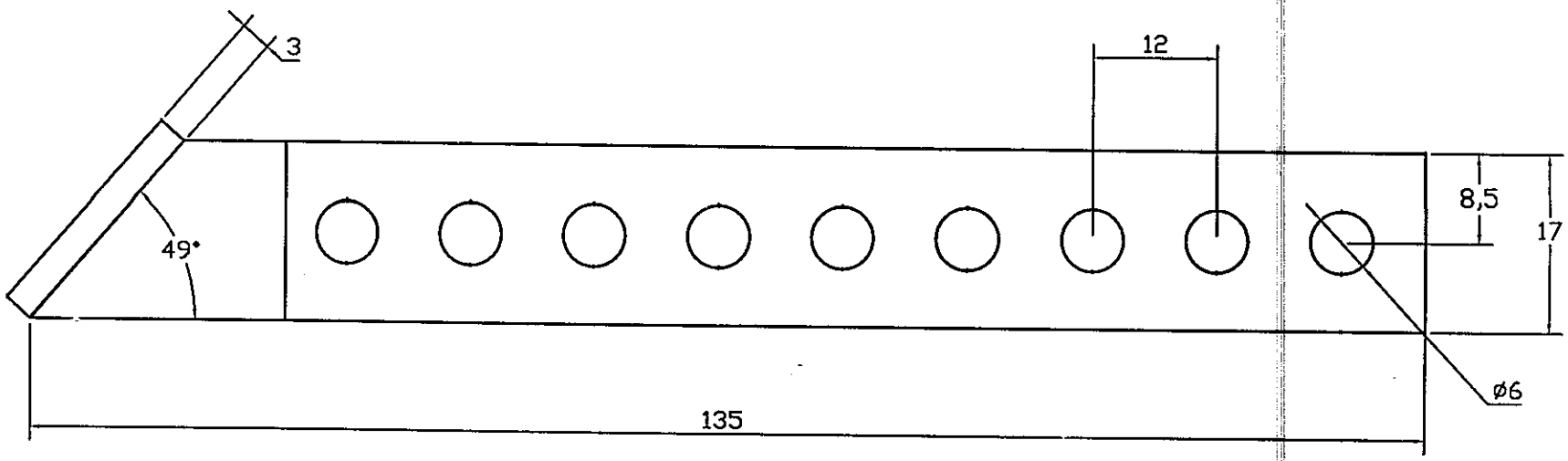
FACULTY OF ENGINEERING	STAIRS CLIMBING MECHANISM MODEL	SCALE: 1 : 1	DATE: 10/04/03	PLATE: 21/24
NARESUAN UNIVERSITY	Shaft	DRAWN BY: SURADECH.T		





10

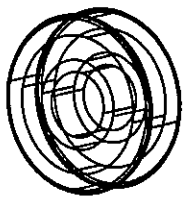
FACULTY OF ENGINEERING	STAIRS CLIMBING MECHANISM MODEL	SCALE: None	DATE: 10/04/03	PLATE: 22/24
NARESUAN UNIVERSITY	Lock Frame Isometric	DRAWN BY: SURADECH.T		



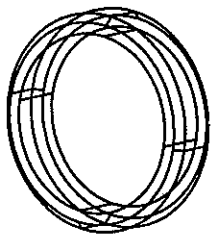
10

NOTE: All dimension are in Millimeter

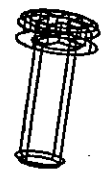
FACULTY OF ENGINEERING	STAIRS CLIMBING MECHANISM MODEL	SCALE: 1.5 : 1	DATE: 10/04/03	PLATE: 23/24
NARESUAN UNIVERSITY	Lock Frame	DRAWN BY: SURADECH.T		

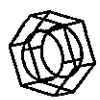


Bearing

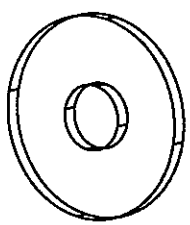


Cover Bearing

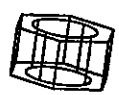




Bolt M3



Ring



Nut

11

FACULTY OF ENGINEERING NARESUAN UNIVERSITY	STAIRS CLIMBING MECHANISM MODEL Bearing Bolt Nut and Ring	SCALE: None	DATE: 10/04/03	PLATE: 24/24 DRAWN BY: SURADECH.T

ภาคผนวก ข
ตารางอ้างอิง

ภาคผนวก ข
ตารางอ้างอิง

ตารางที่ ข.1 ค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานจากการหมุนของล้อรถยนต์
(ที่มา หนังสือกลศาสตร์ยานยนต์,เผด็จ แสนเกษม)

สภาพของถนน	ค่าสัมประสิทธิ์ (k_r)
สภาพดี	0.010 - 0.016
ถนนเป็นกรวด	0.015 - 0.020
ถนนมีไม้อัดกันเรียบ	0.020 - 0.030
ถนนเป็นหิน	0.016 - 0.070
ถนนเป็นทราย	0.150 - 0.300

ตารางที่ ข.2 ค่าสัมประสิทธิ์แรงต้านทานของลม
(ที่มา หนังสือกลศาสตร์ยานยนต์,เผด็จ แสนเกษม)

ลักษณะของรถยนต์	k_a	A (m^2)
รถแข่ง	0.13-0.15	1.0-1.3
รถยนต์นั่ง	0.20-0.35	1.6-2.8
รถตู้	0.25-0.40	4.5-6.5
รถบรรทุก	0.60-0.70	3.0-5.0

ตารางที่ ข.3 แสดงประสิทธิภาพการถ่ายทอดกำลังโดยแบ่งตามประเภทรถยนต์
(ที่มา หนังสือวิศวกรรมยานยนต์, ธีระยุทธ สุวรรณประทีป)

ประเภทของรถยนต์	ประสิทธิภาพ,η_t,%
รถแข่ง	90-95
รถยนต์นั่ง	90-92
รถยนต์บรรทุก รถยนต์โดยสาร	82-85
รถยนต์สำหรับพื้นที่ทุรกันดาร (off-road car)	80-85

ตารางที่ ข.4 ตัวประกอบของการกระแทก
(ที่มา หนังสือการออกแบบเครื่องจักรกล, วริทธิ์ อึ้งภากรณ์)

ชนิดของแรง	N_s		
	บอลแบริ่ง	โรลเลอร์แบริ่ง	ตัวอย่าง
แรงเรียบสม่ำเสมอ	1.0	1.0	มอเตอร์ไฟฟ้า เครื่องอัดอากาศ
แรงกระแทกเล็กน้อย	1.5	1.0	เครื่องตัดโลหะ ปั๊นจั่น
แรงกระแทกอย่างหนัก	2.0-3.0	1.3-2.0	เครื่องบดแร่ เครื่องเขย่า

ตารางที่ ข. 5 เกลียวเมตริกมาตรฐานระหว่างประเทศ
(ที่มา หนังสือการออกแบบเครื่องจักรกล,วริทธิ์ อึ้งภากรณ์)

1.00		0.25	0.838	0.693	0.729	0.456
1.20		0.25	1.038	0.893	0.929	0.730
1.60		0.35	1.373	1.170	1.221	1.270
2.00		0.40	1.740	1.509	1.567	2.070
2.50		0.45	2.208	1.948	2.013	3.390
3.00		0.50	2.675	2.387	2.459	5.030
	3.50	0.60	3.110	2.764	2.850	6.780
4.00		0.70	3.545	3.141	3.242	8.780
	4.50	0.75	4.013	3.580	3.688	11.300
5.00		0.80	4.480	4.019	4.134	14.200
6.00		1.00	5.350	4.773	4.917	20.100
8.00		1.25	7.183	6.466	6.647	36.600
	(9)	1.25	8.188	7.466	7.647	48.100
10.00		1.50	9.026	8.160	8.376	58.000
	(11)	1.50	10.026	9.160	9.376	72.300
12.00		1.75	10.863	9.853	10.106	84.300
	14.00	2.00	12.701	11.546	11.835	115.000
16.00		2.00	14.701	13.546	13.835	157.000
	18.00	2.50	16.376	14.933	15.294	192.000
20.00		2.50	18.376	16.933	17.294	245.000
	22.00	2.50	20.376	18.933	19.294	303.000
24.00		3.00	22.051	20.319	20.752	353.000
	27.00	3.00	25.051	23.319	23.752	459.000
30.00		3.50	27.727	25.706	26.211	561.000
	33.00	3.50	30.727	28.706	29.211	694.000
36.00		4.00	33.402	31.093	31.670	817.000
	39.00	4.00	36.402	34.093	34.670	976.000
42.00		4.50	39.077	36.479	37.129	1120.000
	45.00	4.50	42.077	39.479	40.129	1300.000
48.00		5.00	44.752	41.866	42.587	1470.000
	52.00	5.00	48.752	45.866	46.587	1760.000
56.00		5.50	52.428	49.252	50.046	2030.000
	60.00	5.50	56.428	53.252	54.046	2360.000
64.00		6.00	60.103	56.639	57.505	2680.000
	68.00	6.00	64.103	60.639	61.505	3060.000

ตารางที่ ข.6 คุณสมบัติทางกลของสลักเกลียว หมุดเกลียวและสตัด
(ที่มา หนังสือการออกแบบเครื่องจักรกล, วริทธิ์ อึ้งภากรณ์)

คุณสมบัติทางกล / ชั้นคุณสมบัติ	3.6	4.6	4.8	5.6	5.8	6.6	6.8	6.9	8.8	10.9	12.9	14.9
ความต้านแรงดึงต่ำสุด (N/mm^2)	340	400		500		600			800	1000	1200	1400
สูงสุด (N/mm^2)	490	550		700		800			1000	1200	1400	1600
ความต้านแรงดึงคราก ต่ำสุด (N/mm^2)	200	240	320	300	400	360	480	-	-	-	-	-
ความเค้นพิสูจน์ 0.2% ต่ำสุด (N/mm^2)	-	-	-	-	-	-	-	540	640	900	1080	1260
การยืดหลังจากขาด %	25	25	14	20	10	16	8	12	12	9	8	7

ตารางที่ ข.7 โมเมนต์และระยะโก่งของคาน

(ที่มา หนังสือการออกแบบเครื่องจักรกล, วริทธิ์ อึ้งภากรณ์)

F คือแรงกระทำ

w คือแรงกระทำต่อหน่วยความยาว

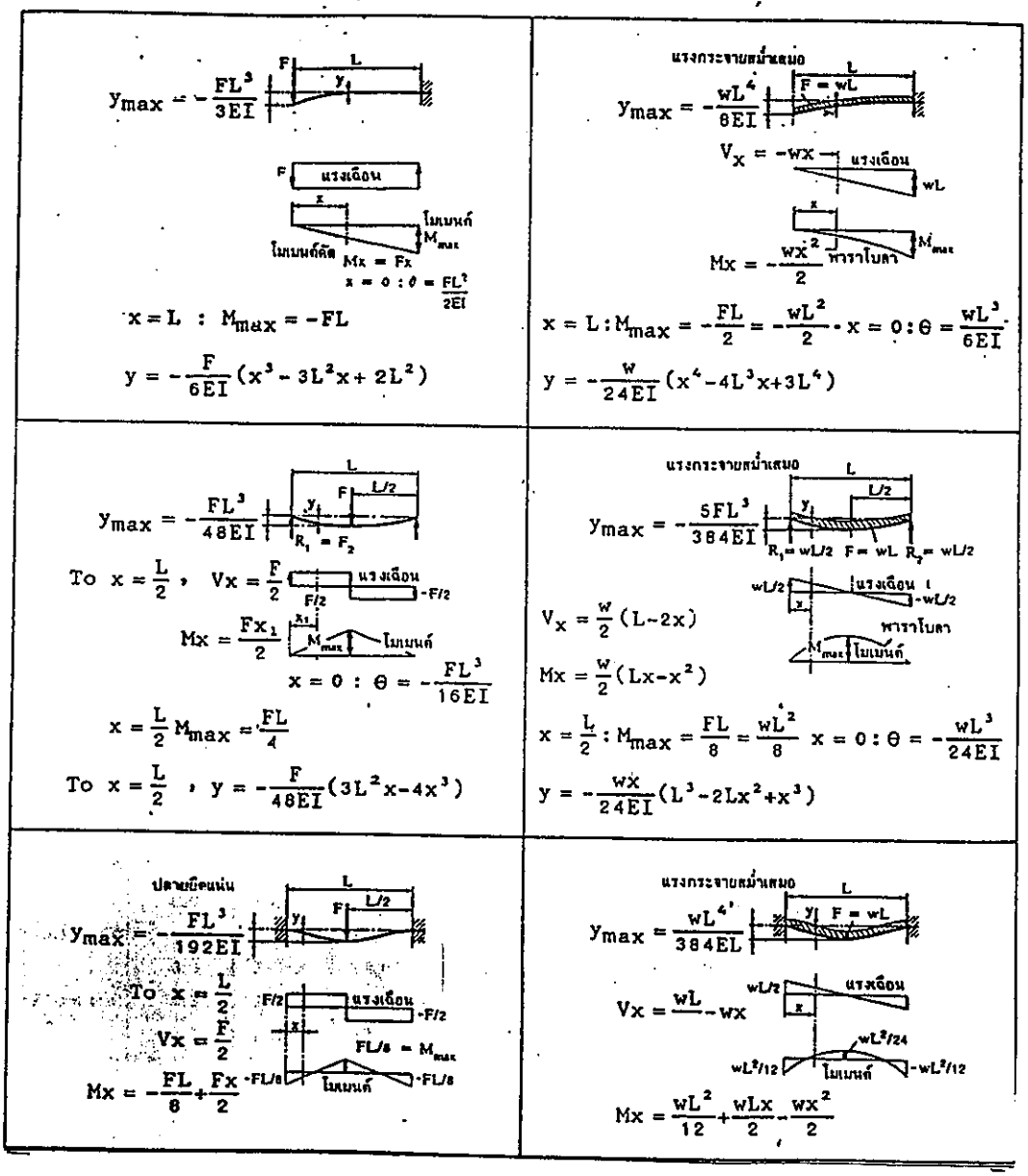
F = wL ; L คือความยาว

E คือโมดูลัสความยืดหยุ่น

I คือโมเมนต์ความเฉื่อย

y คือระยะโก่ง

θ rad คือความลาด



ตารางที่ ข.8 ค่าตัวประกอบรูปแบบของลูอิส
(ที่มา หนังสือการออกแบบเครื่องจักรกล, วริทธิ์ อึ้งภากรณ์)

จำนวนฟัน	แรงกระทำที่ปลาย								แรงกระทำใกล้ศูนย์กลาง			
	14½°FD		20°FD		20°Stub		25°		14½°FD		20°FD	
	Y	y	Y	y	Y	y	Y	y	Y	y	Y	y
10	0.176	0.056	0.201	0.064	0.261	0.083						
11	0.192	0.061	0.226	0.072	0.289	0.092						
12	0.210	0.067	0.245	0.078	0.311	0.099	0.242	0.077	0.355	0.113	0.415	0.133
13	0.223	0.071	0.264	0.083	0.324	0.103	0.258	0.082	0.377	0.120	0.443	0.141
14	0.236	0.075	0.276	0.088	0.339	0.108	0.270	0.086	0.399	0.127	0.468	0.149
15	0.245	0.078	0.289	0.092	0.349	0.111	0.286	0.091	0.415	0.133	0.490	0.156
16	0.255	0.081	0.295	0.094	0.360	0.115	0.298	0.095	0.430	0.137	0.503	0.160
17	0.264	0.084	0.302	0.096	0.368	0.117	0.311	0.099	0.446	0.142	0.512	0.163
18	0.270	0.086	0.308	0.098	0.377	0.120	0.324	0.103	0.459	0.146	0.522	0.167
19	0.277	0.088	0.314	0.100	0.386	0.123	0.336	0.107	0.471	0.150	0.534	0.170
20	0.283	0.090	0.320	0.102	0.393	0.125	0.349	0.111	0.481	0.153	0.544	0.173
21	0.289	0.092	0.326	0.104	0.399	0.127	0.365	0.116	0.490	0.156	0.553	0.177
22	0.292	0.093	0.330	0.105	0.404	0.129	0.377	0.120	0.496	0.158	0.559	0.178
23	0.296	0.094	0.333	0.106	0.408	0.130	0.390	0.124	0.502	0.160	0.565	0.180
24	0.302	0.096	0.337	0.107	0.411	0.132	0.403	0.128	0.509	0.162	0.572	0.183
25	0.305	0.097	0.340	0.108	0.416	0.133	0.415	0.132	0.515	0.164	0.580	0.184
26	0.308	0.098	0.344	0.109	0.421	0.135	0.428	0.136	0.522	0.166	0.584	0.186
27	0.311	0.099	0.348	0.111	0.426	0.136	0.418	0.133	0.528	0.168	0.588	0.187
28	0.314	0.100	0.352	0.112	0.430	0.137	0.409	0.130	0.534	0.170	0.592	0.189
29	0.316	0.101	0.355	0.113	0.434	0.138	0.412	0.131	0.537	0.171	0.599	0.191
30	0.318	0.101	0.358	0.114	0.437	0.139	0.418	0.133	0.540	0.172	0.606	0.193
31	0.320	0.101	0.361	0.115	0.440	0.140	0.421	0.134	0.554	0.173	0.611	0.195
32	0.322	0.101	0.364	0.116	0.443	0.141	0.428	0.136	0.547	0.174	0.617	0.196
33	0.324	0.103	0.367	0.117	0.445	0.142	0.430	0.137	0.550	0.175	0.623	0.198
34	0.326	0.104	0.371	0.118	0.447	0.142	0.434	0.138	0.553	0.177	0.628	0.200
35	0.327	0.104	0.373	0.119	0.449	0.143	0.437	0.139	0.556	0.177	0.633	0.201
36	0.329	0.105	0.377	0.120	0.451	0.144	0.443	0.141	0.559	0.178	0.639	0.203
37	0.330	0.105	0.380	0.121	0.454	0.144	0.446	0.142	0.563	0.179	0.645	0.205
38	0.333	0.106	0.384	0.122	0.455	0.145	0.450	0.143	0.565	0.180	0.650	0.207
39	0.335	0.107	0.386	0.123	0.457	0.146	0.454	0.144	0.568	0.181	0.655	0.209
40	0.336	0.107	0.389	0.124	0.459	0.146	0.460	0.146	0.570	0.182	0.659	0.210
43	0.339	0.108	0.397	0.126	0.467	0.147	0.463	0.147	0.574	0.183	0.668	0.212
45	0.340	0.108	0.399	0.127	0.468	0.149	0.469	0.149	0.579	0.184	0.678	0.214
50	0.346	0.110	0.408	0.130	0.474	0.151	0.478	0.152	0.588	0.187	0.694	0.221
55	0.352	0.112	0.415	0.132	0.480	0.153	0.485	0.154	0.596	0.190	0.704	0.224
60	0.355	0.113	0.421	0.134	0.484	0.154	0.490	0.156	0.603	0.192	0.713	0.227
65	0.358	0.114	0.425	0.135	0.488	0.155	0.496	0.158	0.607	0.193	0.721	0.229
70	0.360	0.115	0.429	0.136	0.493	0.157	0.502	0.160	0.610	0.194	0.728	0.231
75	0.361	0.115	0.433	0.138	0.496	0.158	0.508	0.161	0.613	0.195	0.735	0.233
80	0.363	0.116	0.436	0.139	0.499	0.159	0.510	0.162	0.615	0.196	0.739	0.235
90	0.366	0.117	0.442	0.141	0.503	0.160	0.516	0.164	0.619	0.197	0.747	0.237
100	0.368	0.117	0.446	0.142	0.506	0.161	0.521	0.166	0.622	0.198	0.755	0.240

ตารางที่ ข.9 มิติมาตรฐานและแรงประเมินของโรลลิ่งแบริ่ง
(ที่มา หนังสือการออกแบบเครื่องจักรกล, วริทธิ์ อึ่งภากรณ์)

รูเพลา d mm	O.D. dia. D mm	ความหนา B mm	อนุกรมมิติ 02										อนุกรมมิติ 22				อนุกรมมิติ 32			
			Self-aligning Ball Bearing		Single-Row Deep-Groove Ball Bearing		Angular Contact Small Angle Ball Bearing		Angular Contact Steep Angle Ball Bearing		Cylindrical Roller Bearing		ความหนา B mm	Spherical Roller Bearing		ความหนา B mm	Double-Row Non-Filling Notch Ball Bearing	
			C_o	C	C_o	C	C_o	C	C_o	C	C_o	C		C_o	C		C_o	C
4	13	5	-	-	0.57	1.19												
5	16	5	-	-	0.94	1.85												
6	19	6	0.53	1.94	0.94	1.85												
7	22	7	0.66	2.05	1.35	2.51												
8	-	-	0.66	2.05	1.35	2.51												
9	26	8	0.93	2.07	1.96	3.49												
10	30	9	1.34	4.23	1.96	3.58												
12	32	10	1.48	4.30	3.05	5.25	3.27	5.52	-	-	-	-	-	-	-	14.3	3.56	5.52
15	35	11	2.01	5.74	3.51	5.87	4.09	6.54	-	-	-	-	-	-	-	15.9	5.56	8.10
17	40	12	2.43	6.10	4.45	7.34	5.25	8.19	-	-	-	-	-	-	-	15.9	6.96	9.03
20	47	14	3.18	7.61	6.18	9.83	7.25	11.00	-	-	-	-	-	-	-	17.5	8.19	11.30
25	52	15	4.03	9.34	6.94	10.77	8.72	12.55	7.70	11.39	7.21	13.26	-	-	-	20.6	11.30	15.17
30	62	16	5.83	12.06	10.00	14.95	12.55	17.34	11.08	15.80	9.88	17.67	-	-	-	20.6	12.73	16.46
35	72	17	6.68	12.19	13.66	19.76	17.09	22.96	15.08	20.87	15.35	26.25	-	-	-	23.8	18.33	22.87
40	80	18	8.59	14.82	15.66	22.43	21.27	27.41	18.64	24.74	20.74	34.13	23	43.92	60.52	27.0	24.92	30.57
45	85	19	9.61	16.82	17.84	25.19	24.21	30.79	21.23	27.72	22.29	35.91	23	50.28	63.19	30.2	28.61	34.17
50	90	20	10.55	17.49	19.80	27.01	26.03	32.31	22.74	28.79	23.90	37.56	23	53.40	65.41	30.2	32.57	38.36
55	100	21	13.40	20.60	25.05	33.38	32.97	39.96	28.79	35.64	29.86	45.84	25	66.75	81.43	33.3	36.18	41.03
60	110	22	15.53	23.14	30.94	40.36	40.72	48.40	35.55	43.16	37.67	56.07	28	83.21	99.23	36.5	45.83	50.73
65	120	23	17.22	23.85	34.13	44.05	44.95	52.51	41.83	48.95	45.39	66.30	31	99.68	116.60	38.1	56.51	61.41
70	125	24	18.78	26.65	37.42	48.06	49.40	57.40	45.84	53.40	45.39	74.76	31	105.91	121.00	39.7	62.30	66.75
75	130	25	21.40	29.86	41.16	50.73	56.51	62.30	48.95	54.73	56.96	81.00	31	111.70	125.50	41.3	68.53	72.53
80	140	26	23.54	30.35	44.50	56.07	62.74	69.86	54.73	61.85	60.96	87.22	33	129.00	143.70	44.4	75.20	77.00
85	150	28	28.43	37.82	53.40	64.08	72.53	78.76	62.74	68.97	70.75	99.68	36	149.50	166.40	49.2	81.43	85.00
90	160	30	31.77	43.79	60.52	71.87	85.44	92.56	74.11	82.32	91.67	127.27	40	179.80	195.80	52.4	86.77	87.66
95	170	32	36.85	48.95	69.42	83.66	91.61	100.00	77.87	87.66	101.46	139.73	43	221.10	235.80	55.6	98.34	100.60
																	127.30	127.30

ตารางที่ ข.10 แนวทางในการเลือกอายุการใช้งานสำหรับเครื่องจักรกลชนิดต่างๆ (ที่มา หนังสือการออกแบบเครื่องจักรกล, วริทธิ์ อึ้งภากรณ์)

ชนิดของเครื่องจักรกล	อายุเป็นชั่วโมงทำงาน
เครื่องมือวัดและเครื่องมือที่ใช้ไม่บ่อยนัก ตัวอย่างเช่น เครื่องมือสำหรับห้องทดลอง อุปกรณ์สำหรับประตูเลื่อน	500
เครื่องยนต์เครื่องบิน	500–2000
เครื่องจักรสำหรับใช้งานช่วงเวลาสั้น ๆ หรือทำงานเป็นพัก ๆ ตัวอย่างเช่น เครื่องมือต่าง ๆ รอกยกของในโรงงาน เครื่องจักรที่ทำงานโดยใช้มือขับ เครื่องจักรกลการเกษตร ปั้นจั่นที่ใช้ในงานประกอบ เครื่องขนถ่าย ปั้นจั่นที่ใช้ในงานหล่อ เครื่องจักรกลที่ใช้ในบ้าน	4000–8000
เครื่องจักรสำหรับใช้งานเป็นพัก ๆ แต่มีความสำคัญต่องานที่ทำมาก ตัวอย่างเช่น เครื่องจักรสำรองของโรงต้นกำลัง อุปกรณ์ลำเลียงในสายงานผลิต ลิฟท์ ปั้นจั่นยกสินค้าทั่วไป เครื่องมือกลที่ใช้ไม่บ่อยนัก	8000–12 000
เครื่องจักรที่ใช้งาน 8 ชั่วโมง แต่ไม่ได้ทำงานเต็มที่ ตัวอย่างเช่น มอเตอร์ไฟฟ้า ชุดเฟืองทดสำหรับงานทั่วไป	12 000–20 000
เครื่องจักรที่ใช้งาน 8 ชั่วโมง แต่ทำงานเต็มที่ ตัวอย่างเช่น เครื่องจักรกลในงานอุตสาหกรรมทั่วไป ปั้นจั่นที่ใช้ยกของตลอดเวลา เครื่องเป่าลม เพลาส่งกำลัง	20 000–30 000
เครื่องจักรที่ใช้งานต่อเนื่อง (ทำงาน 24 ชั่วโมง) ตัวอย่างเช่น เครื่องแยกของ เครื่องอัดอากาศ ปั๊ม เพลาส่งกำลัง ลูกกลิ้งของสายพานลำเลียง รอกในเหมืองแร่ มอเตอร์ไฟฟ้า	40 000–60 000
เครื่องจักรที่ใช้งานตลอด ชั่วโมง และการทำงานมีความสำคัญมาก ตัวอย่างเช่น เครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตกระดาษและเยื่อกระดาษ โรงไฟฟ้า ปั๊มในเหมืองแร่ สถานีส่งน้ำประปา เครื่องจักรในเรือเดินสมุทร	100 000–200 000

ตารางที่ ข.11 แสดงคุณสมบัติของโลหะผสมนอกกลุ่มเหล็ก

(ที่มา หนังสือตารางงานโลหะ, รศ. บรรเลง ศรนิล)

โลหะหนักผสมนอกกลุ่มเหล็ก

สัญญลักษณ์	หมายเลขวัสดุ	ส่วนผสม in % ≈	ความเค้นดึง R_m N/mm²	อัตราการยืดตัวจนขาด A_5 in %	คุณสมบัติ ตัวอย่างการใช้งาน
ทองแดงผสมหล่อ					
ทองแดง สังกะสี ผสมหล่อ					DIN 1709 (6. 73)
G-CuZn 33 Pb	2.0290.01	65 Cu, 33 Zn, 2 Pb	180	12	หล่อแบบทราย: เรือน เครื่องFittings
GK-CuZn 38 Al	2.0591.02	60 Cu, 38 Zn, 1 Al, 1 Ni	380	20	หล่อแบบเหล็ก: เมื่อต้องการผิวเรียบ
GD-CuZn 15 Si 4	2.0492.05	81 Cu, 15 Zn, 4 Si	550	8	หล่ออัดสำหรับFittings เครื่องไฟฟ้า
G-CuZn 25 Al 5	2.0598.01	65 Cu, 25 Zn, 5 Al, 5 Mg	750	8	แบริ่ง เฟืองหมอนรองข้า
ทองแดงหล่อผสมกับดีบุก ตะกั่ว อะลูมิเนียม					DIN 1705, 1714 และ 1716 (alle 6. 73)
G-CuSn 10 Zn	2.1086.01	87 Cu, 10 Sn, 3 Zn	260	15	แบริ่งปลอก Fittings เรือนปั๊ม ชิ้น
G-CuSn 5 ZnPb	2.1096.01	85 Cu, 5 Sn, 5 Zn, 5 Pb	240	18	งานหล่อทนกรด และความแข็งแรงสูง
G-CuAl 9 Ni F 50	2.0970.01	86 Cu, 9 Al, 3 Ni, 2 Fe	500	20	เรือนเครื่องเฟืองดอกจอก ซ่อม
GK-CuAl 9 Ni	2.0970.02	90 Cu, 9 Al, 1 Ni	600	15	เปลี่ยนเกียร์ แบริ่ง
G-CuPb 15 Sn	2.1182.01	75 Cu, 15 Pb, 7 Sn, 2 Zn	180	10	
ทองแดงรีดผสม					
ทองแดง สังกะสี ผสม					DIN 17660 (4. 74)
CuZn 40 Pb 2	2.0402	58 Cu, 40 Zn, 2 Pb	390...670	35... 0	กลึงง่าย : สกรู
CuZn 40 F 42	2.0360	60 Cu, 40 Zn	420...480	23...12	ขึ้นรูปร้อนและเย็นได้ง่าย
CuZn 30	2.0265	70 Cu, 30 Zn	280...530	50... 0	ขึ้นรูปเย็นได้ดี : ท่อ
CuZn 10	2.0230	90 Cu, 10 Zn	240...360	42... 9	อิเล็คโทรนิคส์ : เครื่องไฟฟ้า
CuZn 40 Al 2	2.0550	57 Cu, 40 Zn, 2 Al, 1 Mn	550...650	18...10	ทำเครื่องมือ : ความแข็งแรงสูง
ทองแดง ดีบุก ผสม					DIN 17662 (4. 74)
	2.1020	94 Cu, 6 Sn	350...750	55... 5	สปริงทุกชนิด
	2.1030	92 Cu, 8 Sn	380...700	60... 5	ทนการกัดกร่อน : ท่อ วาล
	2.1080	88 Cu, 6 Zn, 6 Sn	620...770	15... 3	ความแข็งแรงสูง: สปริงMembrane
ทองแดง อะลูมิเนียม ผสม					DIN 17665 (4. 74)
	2.0932	89 Cu, 8 Al, 3 Fe	450...600	25...10	ขึ้นรูปเย็นได้ง่าย อุปกรณ์เคมี
	2.0966	81 Cu, 10 Al, 5 Ni, 4 Fe	650...750	10...10	ความเหนียวสูง สกรู เพลา
ทองแดง นิเกิล สังกะสี ผสม					DIN 17663 (4. 74)
	2.0730	64 Cu, 24 Zn, 12 Ni	350...650	40... 0	ขึ้นรูปง่าย : แผงไฟ
	2.0790	62 Cu, 19 Zn, 18 Ni, 1 Pb	440...530	25... 6	ตัดง่าย : Fine mechanic
ทองแดง นิเกิล ผสม					DIN 17664 (4. 74)
	2.0872	89 Cu, 10 Ni, 1 Fe	280...360	35... 5	ทนการกัดกร่อน
	2.0830	75 Cu, 25 Ni	—	—	ทำเหรียญเยอรมัน
นิเกิลรีด					DIN 17744, 17742, 17743 และ 17745 (alle 1. 73)
NiMn 2	2.4110	98 Ni, 2 Mn	ค่าความแข็งแรง		ชิ้นส่วนสำหรับหลอดอิเล็คตรอน
NiMo 30	2.4810	62 Ni, 28 Mo, 1 Cr, 6 Fe	ไม่ได้กำหนดไว้		อุปกรณ์เคมีที่ทนการกัดกร่อนมาก
NiCu 30 Fe	2.4360	68 Ni, 30 Cu, 2 Fe			สำหรับทำวิเคราะห์เหล็กกล้าแม่เหล็ก
NiFe 16 Cu Mo	2.4520	76 Ni, 16 Fe, 5 Cu, 3 Mo			

ตะกั่ว ดีบุก ผสม (Sliding Bearing) DIN 1703 (4. 74)

ชื่อย่อ	หมายเลขวัสดุ	ส่วนประสม %	คุณสมบัติ การใช้งาน สำหรับ
Lg-PbSb 14	2.3313	14 Sb, 1 As, 2 Sn, Rest Pb	ใช้งานได้ถึงอุณหภูมิ=100°C
Lg-PbSn 9 Cd	2.3309	9 Sn, 14 Sb, 0,5 Cd, Rest Pb	ลื่นมาก
Lg-Sn 80 (WM 80)	2.3770	80 Sn, 12 Sb, 6 Cu, 2 Pb	รับแรงได้มาก

สังกะสีผสมหล่อ DIN 1743 ภาค 2 (6. 67)

GD-ZnAl 4	2.2140.05	4 Al, 0,04 Mg, Rest Zn	สำหรับชิ้นงานหล่ออัดทุกชนิด และต้องการขนาดแม่นยำ
GD-ZnAl4Cu1	2.2141.05	4 Al, 1 Cu, 0,04 Mg, Rest Zn	
GK-ZnAl4Cu3	2.2143.02	4 Al, 3 Cu, 0,04 Mg, Rest Zn	หล่อแบบเหล็กแบบฉีด หล่อแบบทราย
GK ZnAl6Cu1	2.2161.02	6 Al, 1 Cu, Rest Zn	

สำหรับบัคกรีโลหะหนัก

ชื่อย่อ	หมายเลขวัสดุ	ส่วนประสม %	การใช้งานสำหรับ	อุณหภูมิใช้งาน °C
บัคกรีอ่อน				DIN 1707 (1. 76)
L-PbSn 25 Sb	2.3425	74 Pb, 25 Sn	ทำอุตสาหกรรม	260
L-PbSn 40	2.3441	60 Pb, 40 Sn	แผ่นเรียบ	235
L-Sn 60 Pb	2.3660	60 Sn, 40 Pb	เคลือบดีบุก	183
L-Sn 60 PbAg	2.3667	60 Sn, 36 Pb	อิเล็คโทรนิคส์	180
บัคกรีแข็ง				DIN 8513 ภาค 1 (2. 73) และภาค 3 (1. 76)
L-CuP 8	2.1465	92 Cu, 8 P	ทองแดง	710
L-CuZn 40	2.0367	60 Cu, 40 Zn	ทองแดงและ	900
L-CuZn 46	2.0413	54 Cu, 46 Zn	เหล็กเหนียว	825
L-Ag 75	2.5153	75 Ag, 22 Cu	Cu-Ni-Zn	770
L-Ag 40 Cd	2.5141	40 Ag, 20 Cd, 19 Cu, Rest Zn	ผสมโลหะพิเศษ	610
L-Ag 20	2.1213	20 Ag, 44 Cu, 0,2 Si, Rest Zn	Fe, Cu, Cu-Leg., Ni	810

ตารางที่ ข.12 แสดงคุณสมบัติของพลาสติค

(ที่มา หนังสือตารางงานโลหะ, รศ. บรรเลง ศรนิล)

วัสดุซินเตอร์เพล็ค

วัสดุซินเตอร์ / ชื่อทางเคมี	ชื่อในท้องตลาด	ความหนาแน่น	ความแข็งแรงดึงสูงสุด N/mm²	ความเหนียวของร่องบาก kJ/m²	ความทนอุณหภูมิสูงสุด °C	ทนต่อสารเคมี 20°C: น้ำมันเบนซิน	เบนซิน	Trichloroethylene	Trichloro	กรด	ด่าง	ตัวอย่างการใช้งาน
PE. Polyethylene	Baylon, Hostalene Lupolene Vestolene	0,92... 0,96	9...28	⌣**	100...120	◐	◐	◕	◕	●	●	ทำท่อ ถังบรรจุ กล่องแบตเตอรี่ Control device ชิ้นงานกลวง
EVA ethylen-Co-polimerisate	Lewaprene LupolenV	0,94	4,5*	⌣**	≈80	◐	◐	○	○	●	●	ทำชิ้นงานที่รับการกระแทก ซีลถังบรรจุ
PP Polypropylene	HostalenePP, Novolene VestolenP	0,91	33*	7**	≈140	◐	◐	◐	○	●	●	ชิ้นส่วนที่มีความร้อนและทนเคมีarmature
PS Polystyrol	Hostyrene Polystyrol, Vestyron	1,05	56*	18	≈85	◐	○	○	○	◕	●	สำหรับห่อของ ฟองน้ำ inspection glass
SB Polystyrol, ทนแรงกระแทก	Polystyrol 400 Vestyron 500 HostyreneS	1,05	20...40	7...10**	≈75	◐	○	○	○	◕	●	เครื่องดูดฝุ่น ชิ้นส่วนในตู้เย็น
SAN Polystyrol-Acrylnitril	Luran 300, Vestoran	1,08	75	18	≈90	●	◕	○	○	◕	●	กล่องแบตเตอรี่ เครื่องมือวัดละเอียด
ABS ABS-Copolymer	Terluran, Novodure	≈1,10	35...55	7...18**	≈90	●	◕	○	○	◕	●	กล่อง ฝา Housing
PVC แข็ง Polyvinil-chloride hart	Hostalite Vinoflex, Vestolite Vinnol	≈1,38	≈55	4**	≈70	●	◕	○	○	●	●	ท่อน้ำ ถังบรรจุ ลูกล้อ Profile
PVC แข็งเหนียว Polyvinil-chloride เหนียว		≈1,35	50	15... 40**	≈70	●	◕	○	○	◕	●	กรอบหน้าต่าง รางน้ำ
PVC อ่อน Weich-Poly-vinilchloride อ่อน		1,2...1,3	10...30	⌣**	40...60	◕	◕	○	○	◕	◕	สายยาง กระดาษพลาสติค กระเบื้องยาง เสื้อผ้า
PTFE Polytetra-fluorethylene	Hostaflon TF, Teflon	>2,1	20...40	16**	260	●	●	●	●	●	●	รางเลื่อน เคลือบผิวซีล
PMMA Polymethyl-methacrylate	Plexiglas, Resorite Degalan	1,18	70	18	70...90	●	●	◐	◐	◐	◐	glazing, lighting Casting resin วัสดุประสมพลาสติค
POM Polyformal-dehyde	Delrine Hostaform, Ultraform	1,4...1,7	70	5...9**	100...150	●	●	◐	●	◐	●	เฟือง แบริ่ง
PC Polycarbonate	Macrolon	1,20	5	20**	90...130	●	●	◐	○	◕	◕	ชิ้นส่วนเครื่องมือแพทย์ เครื่องภายในครัว
PA Polyamide 6-Polyamide 12-Polyamide 6.6-Polyamide 6.10-Polyamide	Ultramids DurethaneB, Rilsans TrogamidT	1,01 ...1,14	50...70	15**... ⌣**	60...140	●	●	◐	●	◐	●	เฟือง ท่อ สายยาง ด้าย Perlon Nylon ใยแก้ว เพื่อช่วยในการซ่อมสร้าง

* ค่าสำหรับชิ้นบีด ** ค่าความเหนียวของร่องบาก ⌣ ชิ้นทดสอบไม่หัก

● ทนทานดีมาก ◐ ทนทานปานกลาง ◕ ทนทานน้อย ○ ไม่ทนทาน

ตารางที่ ข.13 ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน
(ที่มา หนังสือการออกแบบเครื่องจักรกล, วริทธิ์ อึ้งภากรณ์)

วัสดุ	สัมประสิทธิ์ความเสียดทาน			
	สถิต f		เลื่อน f_o	
	แห้ง	เปียก	แห้ง	เปียก
เหล็กกล้ากับเหล็กกล้า	0.15-0.20	0.10	0.10-0.15	0.05
เหล็กกล้ากับเหล็กหล่อ ทองเหลืองหรือบรอนซ์	0.18-0.25	0.10	0.15-0.20	0.05
เหล็กหล่อกับเหล็กหล่อ หรือบรอนซ์	0.22-0.26	0.16	0.15-0.20	0.10
โลหะกับไม้	0.50-0.60	0.10	0.20-0.50	0.08
ไม้กับไม้	0.50-0.70	0.20	0.20-0.40	0.005-0.15
สายพานหนังกับเหล็กหล่อ หรือเหล็กหล่อเหนียว	0.50-0.60	0.30	0.30-0.50	0.20
ปะเก็นกับโลหะ	0.60	0.25	0.25	0.12
แผ่นผ้าเบรกและคลัตช์ ที่ทำจากใยหินกับเหล็กกล้า เหล็กหล่อเหนียว หรือเหล็กหล่อ	-	-	0.30-0.50	0.15-0.30

ตารางที่ ข.14 ค่าตัวประกอบความล้า
(ที่มา หนังสือการออกแบบเครื่องจักรกล, วริทธิ์ อึ้งภากรณ์)

ชนิดของ		
เพลาอยู่นิ่ง :		
แรงสม่ำเสมอหรือเพิ่มขึ้นช้า ๆ	1.0	1.0
แรงกระตุก	1.5-2.0	1.5-2.0
เพลาหมุน :		
แรงสม่ำเสมอหรือเพิ่มขึ้นช้า ๆ	1.5	1.0
แรงกระตุกอย่างเบา	1.5-2.0	1.0-1.5
แรงกระตุกอย่างแรง	2.0-3.0	1.5-3.0

ตารางที่ ข.15 คุณสมบัติของเหล็กเหนียว

(ที่มา ตารางงานโลหะ, รศ. บรรเลง ศรนิล)

เหล็กเหนียว (Steel)

เหล็กโครงสร้างทั่ว ๆ ไป (Structural steel) — DIN 17100 (9. 66)

กลุ่มคุณภาพ 1 คุณสมบัติทั่ว ๆ ไป ชื่อย่อ	เลขที่วัสดุ	กลุ่มคุณภาพ 2 คุณสมบัติพิเศษขึ้น ชื่อย่อ	เลขวัสดุ	กลุ่มคุณภาพ 3 คุณสมบัติพิเศษ ชื่อย่อ	เลขที่วัสดุ	C เป็น%	ทนแรงดึง R_m N/mm²	ทนแรงดึงที่จุดคราก R_e N/mm²	อัตราการยืดตัว A_5 in %	คุณสมบัติและการใช้งานของเหล็กโครงสร้างทั่ว ๆ ไป ตาม DIN 17100 โดยไม่มีการปรับปรุงคุณภาพด้วยความร้อน
—	1.0033	St 33-2	1.0035	—	—	—	320...490	185	18	สำหรับชิ้นส่วนที่ไม่สำคัญ
U St 34-1	1.0055	U St 34-2	1.0038	—	—	0,17	330...410	205	28	สำหรับโครงสร้างธรรมดางานดีขึ้นรูป, เพลา, สลัก
U St 37-1	1.0065	U St 37-2	1.0036	St 37-3	1.0116	0,20	360...440	235	25	
U St 42-1	1.0075	U St 42-2	1.0042	St 42-3	1.0136	0,25	410...490	255	22	
—	—	R St 46-2	1.0477	St 46-3	1.0483	0,20	430...530	285	22	
—	—	—	—	St 52-3	1.0570	0,20	510...610	355	22	สำหรับความแข็งแรงสูง
St 50-1	1.0052	St 50-2	1.0050	—	—	0,25	490...590	295	20	เฟือง, ฟิ่ม, สลักกลวง
St 60-1	1.0062	St 60-2	1.0060	—	—	0,35	590...710	335	15	
—	—	St 70-2	1.0070	—	—	0,50	690...840	365	10	ชิ้นส่วนที่รับภาระมาก

ในตารางนี้เป็นหมายเลขวัสดุที่บริษัทผู้ผลิตเหล็กใช้กันเป็นส่วนมาก ซึ่งบางส่วนใช้แทนหมายเลขวัสดุตาม DIN 17100

กรรมวิธีหล่อ : เหล็กทั้งหมดของกลุ่มคุณภาพ 1 และ 2 หล่อแบบไม่กำจัดแกส (unkilled) หรือกำจัดแกส(killed) ซึ่งจะมีตัวอักษร U หรือ R นำหน้า เช่น U St 37-2 หรือ R St 37-2 เหล็กตั้งแต่ St 42-3 ถึง St 70-2 จะหล่อแบบกำจัดแกส (killed) กลุ่มคุณภาพ 3 หล่อแบบกำจัดแกสพิเศษ Special Killed) ไม่ต้องเขียนตัวอักษรย่อกรรมวิธีหล่อ ยกเว้นเหล็ก R St 46-2

สำหรับเหล็กกลุ่มคุณภาพ 2 และ 3 ผู้สั่งสามารถตกลงกรรมวิธีหลอมกับบริษัทผู้ผลิตได้ตามต้องการ เช่น YRST 37-2 (เหล็กเบ้าออกซิเจน หล่อแบบกำจัดแกส (killed))

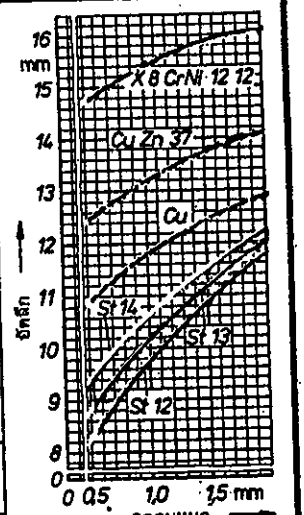
ความหนาแน่นของเหล็กโครงสร้างทั่ว ๆ ไป $\rho = 7.85$ kg/dm³

เหล็กแผ่นบาง (เหล็กแผ่นที่มีความหนาน้อยกว่า 3 มม.) ลักษณะผิว — DIN 1623 T 1 (11. 72)

ชนิดของผิว: สัญญลักษณ์	ลักษณะ
01	อบในกล่อง ผิวหยาบสัมผัสได้
02	Normalizing ผิวหยาบสัมผัสได้
03	ผิวไม่ขรุขระ มีรูพรุนได้
04	ผิวเรียบดี
05	ผิวเรียบที่สุด

ลักษณะผิว: สัญญลักษณ์	ลักษณะ
g	ผิวเรียบ มองดูเรียบ
m	เป็นเส้น เส้นสม่ำเสมอ
r	หยาบ ทำให้ผิวหยาบ

คุณภาพกลุ่ม	ชื่อย่อ	เลขวัสดุ	C เป็น%	ทนแรงดึง R_m N/mm²	ทนแรงดึงที่จุดคราก R_e N/mm²	อัตราการยืดตัว A เป็น%	ชนิดและลักษณะผิว
คุณภาพทั่วไป	TSt 10	1.0022.1	0,15	280...500	—	—	01 02 03 ผู้ผลิตเลือกผลิต
	St 10	1.0022.5					
ในการดึงปิด	WUSt 12	1.0330.3	0,10	280...420	—	24	03 04 05 — m หรือ r; g, m หรือ r
	USt 12	1.0330.5					
ในการขึ้นรูปด้วย	USt 13	1.0333.5	0,10	280...400	270	27	03 04 05 — m หรือ r; g, m หรือ r
	RSt 13	1.0333.6					
ในการขึ้นรูปด้วยพิเศษ	USt 14	1.0336.5	0,10	280...380	240	30	— 04 05 — m หรือ r; g, m หรือ r
	RRSt 14	1.0338.6					



ค่าที่ได้จากการทดสอบโดยการขึ้นรูปด้วย (Erichsen test)

ตัวอย่าง สัญญลักษณ์ T St 10 02 หมายถึงความว่า TSt 10 = คุณภาพเหล็กแผ่นบางทั่ว ๆ ไป จากเตาโทมัส 02 = ผิวสัมผัสได้ Normalizing, RRSt 14 05 หมายถึงความว่า RRSt 14 = เหล็กแผ่นบางสำหรับขึ้นรูปด้วยพิเศษที่ผ่านการหล่อโดยกำจัดแกส (killed); 0,5 = ผิวเรียบที่สุด m = ผิวเป็นเส้น

เหล็กแผ่นบางจากเหล็กโครงสร้างทั่วไป — DIN 1623 T 2 (1. 61)

เหล็กแผ่นบางจากเหล็กโครงสร้างทั่วไปตาม DIN 17100 St 37, St 37-2, St 42-2, St 50-2, St 52-2, St 52-3 St 60-2, St 70-2 ทั่ว ๆ ไป ผลิตเป็นเหล็กแผ่นบาง สัญญลักษณ์ผิวสำหรับเหล็กแผ่นบางใช้เช่นเดียวกับเหล็กแผ่นบาง ตาม DIN 1623/1 ส่วนมากผิวหยาบเป็นเส้น

ภาคผนวก ค

ข้อมูลต่างๆ ของกลไกปีนป่ายบันไดจำลอง

ภาคผนวก ค
ข้อมูลต่าง ๆ ของชุดกลไกปีนป่ายบันไดจำลอง

1. การหาน้ำหนักของเหล็ก

น้ำหนักของชิ้นส่วนบนชุดกลไกปีนป่ายบันไดจำลองมีผลต่อการออกแบบชิ้นส่วนบางอย่างที่มีผลต่อความแข็งแรงของชุดกลไกนี้ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องหาน้ำหนักของชิ้นส่วนเหล่านี้ ซึ่งแสดงได้ดังนี้

1.1 เหล็กกระบะ มีปริมาตรทั้งหมดเท่ากับ 1.202×10^{-4} m^3
และมีน้ำหนักเท่ากับ 1.09 kg

1.2 เหล็กข้าง มีปริมาตรทั้งหมดเท่ากับ 4.21×10^{-5} m^3
และมีน้ำหนักเท่ากับ 0.34 kg

1.3 เหล็กขาล้อ มีปริมาตรทั้งหมดเท่ากับ 9.52×10^{-5} m^3
และมีน้ำหนักเท่ากับ 0.76 kg

2. ผลการชั่งของชุดกลไกปีนป่ายบันไดจำลอง

- น้ำหนักทั้งหมดของชุดกลไกขณะไม่มีภาระคือ 10 kg หรือ 98.1 N
- น้ำหนักที่กระทำต่อล้อหน้า 7.15 kg หรือ 70.14 N
- น้ำหนักที่กระทำต่อล้อหลัง 2.85 kg หรือ 27.96 N
- เมื่อบรรทุกภาระที่ 20 กิโลกรัม น้ำหนักที่ล้อหลังจะเพิ่มขึ้นเป็น 10.5 kg หรือ 103 N และที่ล้อหน้าจะเพิ่มขึ้นเป็น 19.5 kg หรือ 191.295 N

ตารางที่ ค.1 แสดงรายละเอียดต่างๆ ของกลไกปีนป่ายบันไดจำลองที่ได้จากการทดสอบ

SPECIFICATION		
ELECTRIC MOTOR	DC 12 V	
BATTERY TYPE	1 Unit x 12 V, Capacity 11 Ah	
CHARGER	Stationary	
TRANSMISSION	Gear	
MAX SPEED	1 km/hr	
GRADIENT	10°	
WHEEL & TIRES	40 mm – 74 mm	
DIMENSION	Length	570.0 mm
	Width	430.0 mm
	Height	200.0 mm
EMPTY WEIGHT	10 Kg.	
CARRYING WEIGHT	20 Kg.	
TOTAL WEIGHT	30 Kg.	

ภาคผนวก ง

ข้อมูลจากการทดสอบ

ภาคผนวก ง

ข้อมูลจากการทดสอบ

ตารางที่ ง.1 แสดงอายุการใช้งานของแบตเตอรี่ซึ่งชุดกลไกวิ่งบนพื้นราบ เมื่อมีภาระ 0 กิโลกรัม

ระยะทาง (km)	แรงดัน (V)	เวลา (min)
0	12.3	0
0.3	12.3	17.2
0.3	12	18.5
0.3	12	19.45
0.3	11.8	20.54
0.3	11.8	22.3
0.3	11	23.58
0.3	11	24.45
0.3	10.9	26.2
0.3	10.9	28.3
0.3	9.5	29.55
0.3	9	31.09
0.3	9	32.55
0.3	8.5	33.25
0.089	8	10.3

ตารางที่ ง.2 แสดงอายุการใช้งานของแบตเตอรี่ซึ่งชุดกลไกวิ่งบนพื้นราบ เมื่อมีภาระ 20 กิโลกรัม

ระยะทาง (km)	แรงดัน (V)	เวลา (min)
0	12.3	0
0.3	12	18.5
0.3	11.5	19.3
0.3	11.3	20.3
0.3	10.5	22.4
0.3	10.5	23.45
0.3	10	25.2
0.3	10	26.52
0.3	9.8	27.39
0.3	9.8	29.2
0.3	9.8	32.03
0.3	8.8	34.2
0.1	8.4	38.01

ตารางที่ ง.5 แสดงเวลาของชุดกลไกที่ใช้ในการเคลื่อนที่บนบันไดจำลองที่ภาระต่าง ๆ

น้ำหนัก (kg)	เวลา (s)		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
0	2.4	2.39	2.38
5	2.4	2.43	2.46
10	2.58	2.61	2.58
15	2.74	2.73	2.72
20	2.89	2.9	2.88

ตารางที่ ง.6 แสดงความเร็วเฉลี่ยของชุดปีนป่ายกลไกบันไดจำลองที่ใช้ในการเคลื่อนที่บนบันไดจำลองที่ภาระต่าง ๆ

น้ำบรรทุก (kg)	ความเร็ว (km/hr)
0	0.98
5	0.965
10	0.902
15	0.855
20	0.809

หมายเหตุ ความเร็ว = (ระยะทาง / เวลา) x 3.6 (km/hr)

ตารางที่ ง.3 แสดงเวลาของชุดกลไกที่ใช้ในการเคลื่อนที่บนพื้นราบเป็นระยะทาง 2.5 เมตร ที่ภาระต่าง ๆ

น้ำหนัก (kg)	เวลา (s)					
	ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 2		ครั้งที่ 3	
	ช่วงที่ 1	ช่วงที่ 2	ช่วงที่ 1	ช่วงที่ 2	ช่วงที่ 1	ช่วงที่ 2
0	8.25	8.36	8.19	8.15	8.23	8.26
5	8.42	8.51	8.42	8.37	8.27	8.58
10	8.77	8.97	8.62	8.99	8.78	8.89
15	9.12	9.17	9.28	9.13	9.12	9.22
20	9.42	9.78	9.38	9.95	9.52	9.53

ตารางที่ ง.4 แสดงความเร็วเฉลี่ยของชุดปืนป่ายกลไกบันไดจำลองที่ใช้ในการเคลื่อนที่บนพื้นราบเป็นระยะทาง 2.5 เมตรที่ภาระต่าง ๆ

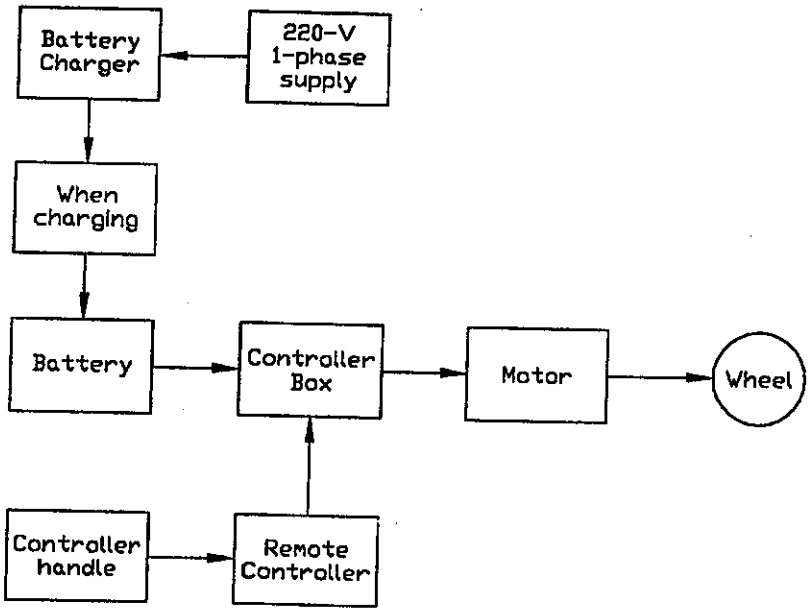
น้ำบรรทุก (kg)	ความเร็ว (km/hr)
0	1.09
5	1.07
10	1.02
15	0.98
20	0.94

หมายเหตุ ความเร็ว = (ระยะทาง / เวลา) x 3.6 (km/hr)

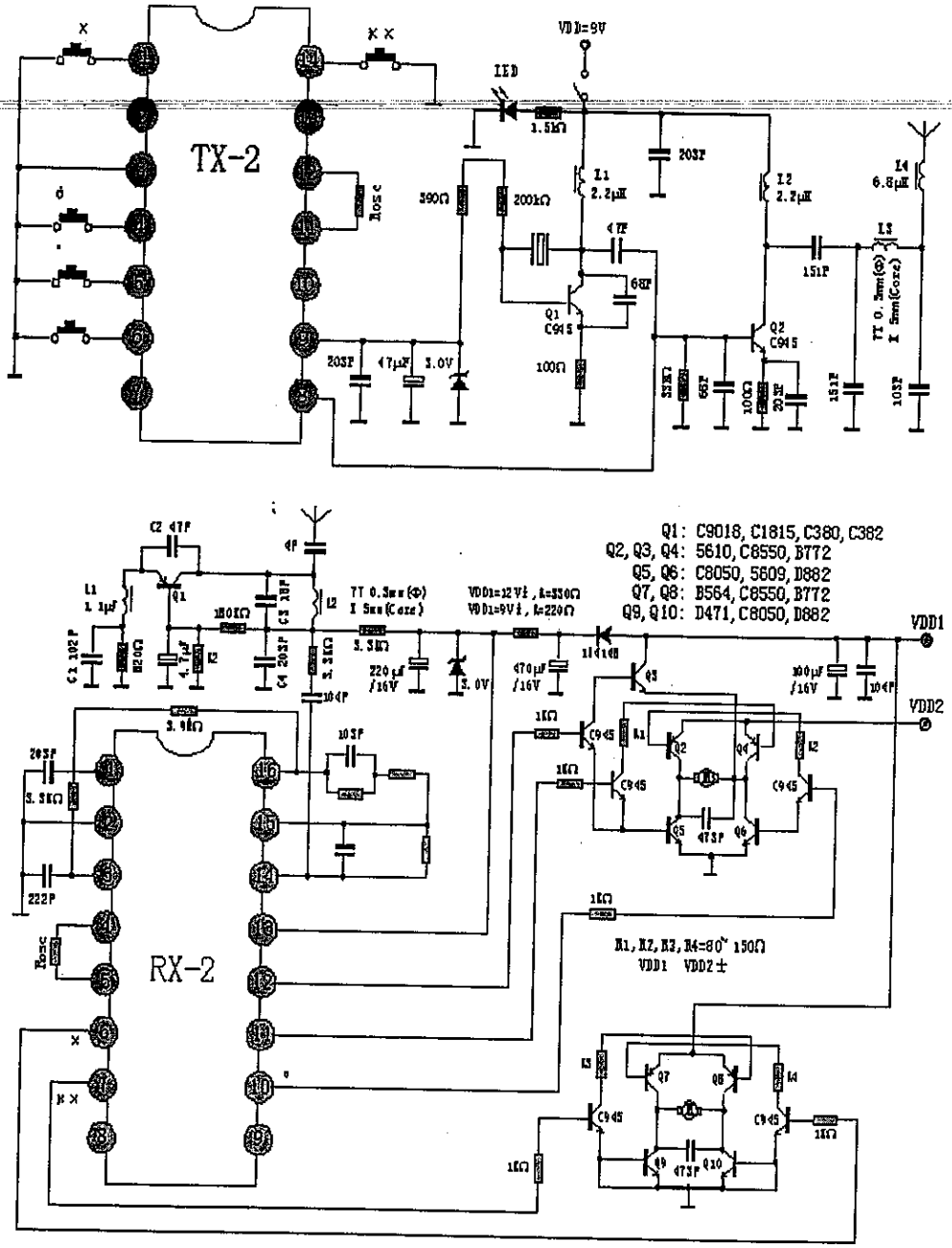
ภาคผนวก จ
วงจรไฟฟ้าของกลไกปีนป่ายบันไดจำลอง

ภาคผนวก จ.

วงจรไฟฟ้าของกลไกปีนป่ายบันไดจำลอง



รูปที่ จ.1 ผังแสดงการทำงานของกลไกปีนป่ายบันไดจำลอง



รูปที่ จ.2 แสดงวงจรไฟฟ้าภาครับ-ส่งวิทยุบังคับกลไกปืนป่ายบันไดจำลอง