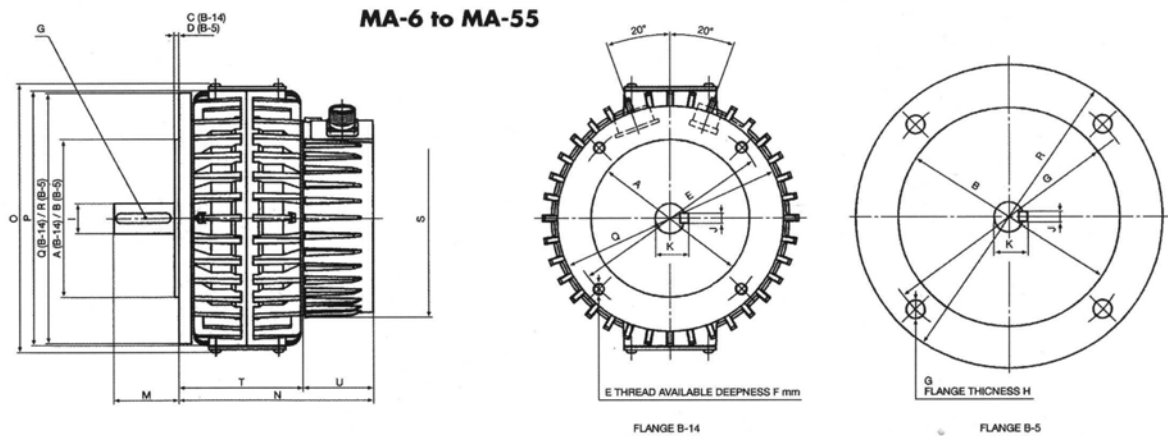


## ANEXO I

### Datos técnicos del motor Mavilor Motors MA-55

Velocidad máxima:	6000 m/s
Par motor a rotor bloqueado:	31.8 Nm
Corriente a rotor bloqueado:	32.7 A
Par máximo:	190.8 Nm
Relación Par-peso:	1.9 Nm/kg
Constante fem:	0.6 Vs/rad
Constante de Par:	1.0 Nm/A
Par de Reluctancia:	< 0.6 Nm
Resistencia de bobinado:	0.2 Ω
Inductancia de bobinado:	1.9 mH
Inercia:	$3.60 \cdot 10^{-3} \text{ kg m}^2$
Constante de tiempo mecánica:	1.6 ms
Constante de tiempo eléctrica:	7.6 ms
Constante de tiempo térmica:	1500 s
Resistencia térmica:	0.2 °C/W
Peso:	16.8 kg
Carga eje radial:	830 N
Carga eje axial:	410 N

### Dimensiones del motor MA-55

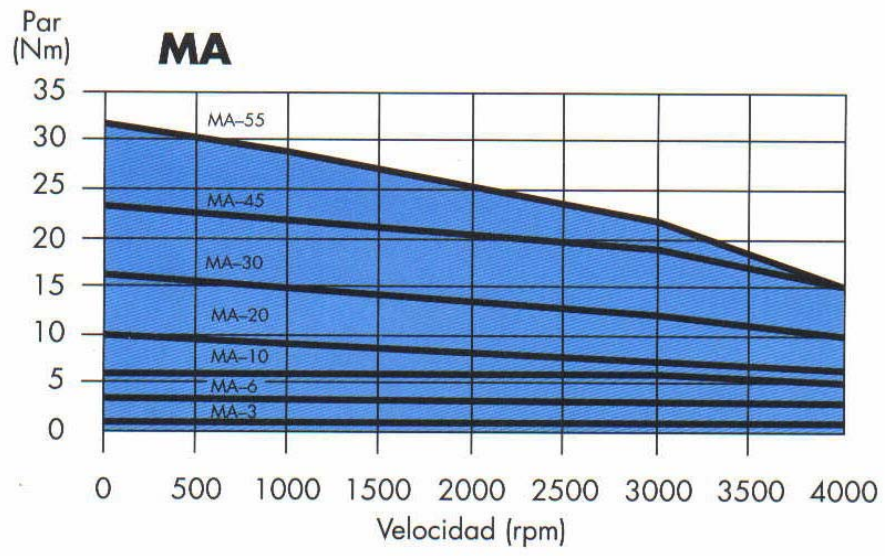


A	i 180
B	i 250
C	4
D	5
E	i 215 4 x M12
F	12
G	i 300 4 x i 19

H	17
I	i 28
J	8
K	31
L	A8x7x50
M	60
N	174

O	174
P	i 278
Q	i 242
R	□ 265
S	i 165
T	116.5
U	57.5

## Curva de par del MA-55



## ANEXO II

Tablas de valores de las gráficas mostradas en el apartado 2.3. Dado que el estudio realizado es muy parcial, se transcriben para no perder información en posibles estudios posteriores

Tabla 1: Corresponde a la gráfica 2.1.

A actúa como generador y B como motor ( $T_{\text{ambiente}}: 25^\circ$ ).

$V_A$ (V)	$I_A$ (A)	$T_{EJ}^A$ (°C)	$T_{EN}^A$ (°C)	$V_B$ (V)	$I_B$ (A)	$T_{EJ}^B$ (°C)	$T_{EN}^B$ (°C)	n (rpm)	t (min)	Est.
46	18	-	-	165	18	-	-	1600	0	estable
47	18	-	-	164	18	-	-	1600	5	estable
46	17			173	18			1600	10	estable
46	16			168	16			1600	15	estable
46	16			165	16			1600	20	estable
46	17			165	16			1600	25	estable
46	16	55	55	166	16	51	55	1600	30	estable
46	16	58	58	165	16	54	58	1600	35	estable
46	16	59	59	165	16	55	59	1600	40	estable
46	16	60	60	168	16	56	60	1600	45	estable
Se ha bajado la resistencia de carga										
44	28	60	60	190	26	56	60	1600	50	muy est.
41	28	62	62	197	26	58	62	1598	60	muy est.
41	28	64	62	200	25.5	61	64	1598	65	muy est.
41	28	66	62	195	25	62	66	1598	70	muy est.
41	28	68	70	193	25	64	68	1599	75	muy est.
41	28	70	71	193	25	65	68	1599	80	muy est.
41	28	72	73	197	25	67	70	1600	85	muy est.
41	27.5	73	75	197	25	67	72	1601	90	muy est.

Tabla 2: Corresponde a la gráfica 2.2

B generador, A motor ( $T_{\text{ambiente}}: 24^\circ$ ).

$V_A$ (V)	$I_A$ (A)	$T_{EJ}^A$ ( $^\circ\text{C}$ )	$T_{EN}^A$ ( $^\circ\text{C}$ )	$V_B$ (V)	$I_B$ (A)	$T_{EJ}^B$ ( $^\circ\text{C}$ )	$T_{EN}^B$ ( $^\circ\text{C}$ )	n (rpm)	t (min)	Est.
132	25	32	33	27.5	20	29	30	920	1	estable
160	24	44	45	27.5	19	35	38	920	12	estable
195	24	47	48	41	19	36	40	919	18	estable
165	21	47	50	26	14	38	42	808	25	estable
210	23	51	53	27	18	40	44	920	35	estable
210	23	56	57	27	19	42	46	920	45	estable
200	23	58	60	32	19	43	48	920	55	estable
180	23	60	61	31	18	45	48	920	65	estable
190	23	62	64	31	19	46	50	920	75	estable
190	23	64	65	31	18	47	51	920	85	estable

Tabla 3: Corresponde a la gráfica 2.3  
B generador, A motor ( $T_{\text{ambiente}}: 22.5^\circ$ ).

$V_A$ (V)	$I_A$ (A)	$T_{EJ}^A$ ( $^\circ\text{C}$ )	$T_{EN}^A$ ( $^\circ\text{C}$ )	$V_B$ (V)	$I_B$ (A)	$T_{EJ}^B$ ( $^\circ\text{C}$ )	$T_{EN}^B$ ( $^\circ\text{C}$ )	n (rpm)	t (min)	Est.
145	24	29	29	31	47	40	42	930	0	estable
160	25	32	33	31	44	52	57	930	6	estable
160	25	37	38	30.5	46	64	72	930	12	estable
165	24.5	41	43	30	46	76	86	930	18	estable
165	24.5	45	46	30	45	85	97	930	24	estable
165	24.5	48	49	29.5	45	94	108	930	29	estable
160	24.5	51	52	30	45	98	114	930	35	estable
155	24.5	53	54	29	44.5	105	122	930	41	estable
160	24.5	56	57	29	44	111	128	930	49	estable
155	24.5	59	59	29	44	115	134	930	56	estable

Tabla 4: Corresponde a la gráfica 2.4  
B generador, A motor ( $T_{\text{ambiente}}$ : 18.5°).

$V_A$ (V)	$I_A$ (A)	$T_{EJ}^A$ (°C)	$T_{EN}^A$ (°C)	$V_B$ (V)	$I_B$ (A)	$T_{EJ}^B$ (°C)	$T_{EN}^B$ (°C)	n (rpm)	t (min)	Est.
122	12.5	24	24	16	47.5	40	42	1580	0	estable
122	13	26	26	17	47	55	62	1580	6	estable
122	13.5	28	28	17	47	61	70	1580	11	estable
122	13.5	29	30	16	47	68	78	1580	15	estable
122	13.5	30	31	16	46.5	74	85	1580	20	estable
121	13.5	31.5	32	16	46.5	80	91	1580	25	estable
121	13.5	34	34	16	46	83	94	1580	30	estable

Tabla 5: Corresponde a la gráfica 2.5  
B motor, A generador ( $T_{\text{ambiente}}$ : 18.5°).

$V_A$ (V)	$I_A$ (A)	$T_{EJ}^A$ (°C)	$T_{EN}^A$ (°C)	$V_B$ (V)	$I_B$ (A)	$T_{EJ}^B$ (°C)	$T_{EN}^B$ (°C)	n (rpm)	t (min)	Est.
8	45	27	27	53	2.2	28	32	1300	0	estable
15	45.5	37	35	76	10	28	30	1300	5	estable
15	45	55	52	77	10	29	30	1300	10	estable
15	45	62	60	78	10.5	29	31	1300	15	estable
15	45	73	72	78	10.5	29	31	1300	20	estable
15	44.5	79	79	78	10.5	30	32	1300	25	estable
15	44	88	90	80	11	30	32	1300	30	estable
15	44	95	98	80	11	30	32	1300	35	estable
15	44	101	106	80	11	30.5	32	1300	40	estable
15	43.5	108	113	81	11	31	33	1300	45	estable
15	43.5	112	118	85	11	31	33	1300	50	estable
15	43	118	124	81	11	32	34	1300	55	estable
15	43	122	128	80	11	32	34	1300	60	estable
15	43	125	131	80	11	32	34	1300	64	estable
15	42.5	127.5	135	85	11	33	34	1300	70	estable

Tabla 6: Corresponde a la gráfica 2.6  
 B motor, A generador ( $T_{\text{ambiente}}: 18.5^\circ$ ).

$V_A$ (V)	$I_A$ (A)	$T_{EJ}^A$ (°C)	$T_{EN}^A$ (°C)	$V_B$ (V)	$I_B$ (A)	$T_{EJ}^B$ (°C)	$T_{EN}^B$ (°C)	n (rpm)	t (min)	Est.
15	45.5	45	44	86	9.5	22	24	1540	13'03"	inestable
15	45.5	50	49	90	9.5	22	24	1540	26'11"	inestable
15	45	67	67	85	10.5	24	26	1540	39'24"	inestable
15	44.5	76	78	84	10.5	26	27	1380	52'42"	inestable
15	44.5	83	85	83	10.5	27	28	1380	66'05"	inestable
15	44	91	95	85	10	28	30	1540	79'33"	inestable
15	44	98	103	85	10	29	30	1540	93'06"	inestable
15	43.5	105	111	90	10	31	32	1540	106'44"	inestable
15	43.5	113	120	92	10	32	33	1540	120'31"	inestable
15	43	121	129	90	10	34	34	1540	134'25"	inestable
15	43	128	135	95	10	35	36	1540	148'29"	inestable

Tabla 7.1: Corresponde a la gráfica 2.7

A motor, B generador ( $T_{\text{ambiente}}: 18.5^\circ$ ).

Condiciones del ensayo:

$n = 1600 \text{ rpm}$ ,  $I_B = 47 \text{ A}$   $I_A = 17 \text{ A}$   
 $V_B = 15 \text{ V}$   $V_A = 125 \text{ V}$   $W = 180 \text{ W}$   
 $\text{Var} = 140 \text{ VA}$

$T_{\text{EJ}}^{\text{A}}$ (°C)	$T_{\text{EN}}^{\text{A}}$ (°C)	$T_{\text{EJ}}^{\text{B}}$ (°C)	$T_{\text{EN}}^{\text{B}}$ (°C)	$T_{\text{freón}}$ (°C)	t (m)
19	19	19	20	23	0
21	21	34	34	26	5
24.5	24.5	48	48	34	10
27	27	58	60	42	15
28	29	67	72	44	20
30	31	73	79	46	25
31	32	80	86	50	30
33	34	85	92	55	35
34	35	90	98	58	40
36	37	94	100	61	45

Tabla 7.3: Corresponde a la gráfica 2.9

A generador, B motor ( $T_{\text{ambiente}}: 18.5^\circ$ ).

Condiciones del ensayo:

$n = 1340 \text{ rpm}$ ,  $I_B = 10 \text{ A}$   $I_A = 46 \text{ A}$   
 $V_B = 81 \text{ V}$   $V_A = 15 \text{ V}$   $W = 140 \text{ W}$   
 $\text{Var} = 120 \text{ VA}$

$T_{\text{EJ}}^{\text{A}}$ (°C)	$T_{\text{EN}}^{\text{A}}$ (°C)	$T_{\text{EJ}}^{\text{B}}$ (°C)	$T_{\text{EN}}^{\text{B}}$ (°C)	$T_{\text{freón}}$ (°C)	t (m)
37	35	19	20	23	2
52	51	20	22	23	7
64	65	22	24	24	12
74	76	24	26	24	17
83	86	25	27	25	22
90	95	26	28	26	27
97	103	27	29	26	32
103	110	28	30	27	37
106	114	29	31	27	42
112	121	30	31	28	47
117	126	30	32	28	52

Tabla 7.2: Corresponde a la gráfica 2.8

A motor, B generador ( $T_{\text{ambiente}}: 18.5^\circ$ ).

Condiciones del ensayo:

$n = 1300 \text{ rpm}$ ,  $I_B = 45 \text{ A}$   $I_A = 15 \text{ A}$   
 $V_B = 12 \text{ V}$   $V_A = 105 \text{ V}$   $W = 160 \text{ W}$   
 $\text{Var} = 110 \text{ VA}$

$T_{\text{EJ}}^{\text{A}}$ (°C)	$T_{\text{EN}}^{\text{A}}$ (°C)	$T_{\text{EJ}}^{\text{B}}$ (°C)	$T_{\text{EN}}^{\text{B}}$ (°C)	$T_{\text{freón}}$ (°C)	t (m)
37	38	95	100	62	50
38	39	98	102	63	55
40	40	102	108	64	60
41	41	105	113	65	65
42	42	106	114	65	70
43	43	108	115	66	75
44	44	109	116	66	80
45	44	110	116	66	85
46	45	111	118	67	90
46	45	112	120	67	95
47	46	112	121	67	100
47	46	113	122	67	105
48	47	113	122	67	110
48.5	47.5	113	122	67	115
49	48	113	123	68	120
50	48.5	114	123	68	125
50	49	114	124	68	130
50.5	49	114	124	68	135
51	49.5	114	124	68	140
51	50	114.5	124	68	145
51	50	115	124	68	150

Tabla 8.1: Corresponde a la gráfica 2.10  
 A generador, B motor ( $T_{\text{ambiente}}: 19^\circ$ ).  
 Condiciones del ensayo:  
 $n = 1250 \text{ rpm}$ ,  $I_B = 10 \text{ A}$   $I_A = 45.5 \text{ A}$   
 $V_B = 80 \text{ V}$   $V_A = 13 \text{ V}$   $W = 140 \text{ W}$   
 $\text{Var} = 120 \text{ VA}$

$T_{\text{EJ}}^{\text{A}}$ ( $^\circ\text{C}$ )	$T_{\text{EN}}^{\text{A}}$ ( $^\circ\text{C}$ )	$T_{\text{EJ}}^{\text{B}}$ ( $^\circ\text{C}$ )	$T_{\text{EN}}^{\text{B}}$ ( $^\circ\text{C}$ )	$T_{\text{freón}}$ ( $^\circ\text{C}$ )	$t$ (m)
29	33	19	20	23	0
48	47	20	22	24	5
61	63	22	24	24	10
72	74	24	26	24	15
81	83	25	27	24	20
88	92	26	28	24	25
95	101	27	29	25	30
101	108	28	30	25	35
105	113	29	31	25	40
110	119	30	32	25	45
114	124	31	32	25	50
118	128	32	33	26	55
123	133	33	34	26	60

A motor, B generador ( $T_{\text{ambiente}}: 19^\circ$ ).  
 Condiciones del ensayo:  
 $n = 1600 \text{ rpm}$ ,  $I_B = 48 \text{ A}$   $I_A = 13 \text{ A}$   
 $V_B = 15 \text{ V}$   $V_A = 98 \text{ V}$   $W = 160 \text{ W}$   
 $\text{Var} = 130 \text{ VA}$

$T_{\text{EJ}}^{\text{A}}$ ( $^\circ\text{C}$ )	$T_{\text{EN}}^{\text{A}}$ ( $^\circ\text{C}$ )	$T_{\text{EJ}}^{\text{B}}$ ( $^\circ\text{C}$ )	$T_{\text{EN}}^{\text{B}}$ ( $^\circ\text{C}$ )	$T_{\text{freón}}$ ( $^\circ\text{C}$ )	$t$ (m)
19	19	19	22	23	0
22	21	39	47	24	5
25	25	53	64	24	10
26	27	61	77	25	15
28	29	71	86	25	20
30	31	80	96	26	25
31	32	87	104	26	30
32	32	90	110	26	35
34	34	98	117	26	40
35	35	103	122	26	45
36	36	108	128	27	50
37	37	113	132	27	55
38	38	116	136	27	60

Tabla 8.2: Corresponde a la gráfica 2.11



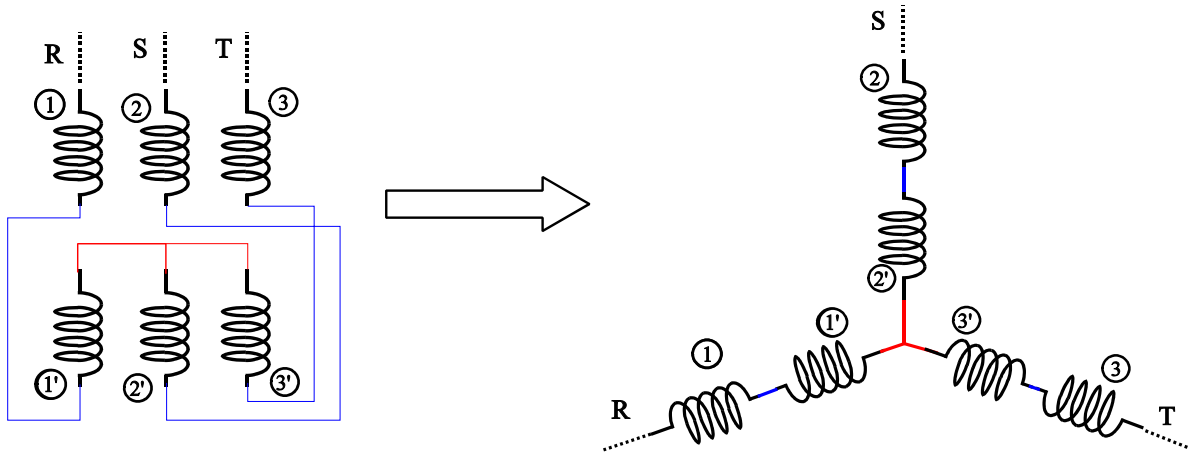
## ANEXO III

### Otras posibilidades de conexión entre los semiinductores

- a.- Conexiones en serie  
 a.1.- Conexión en estrella

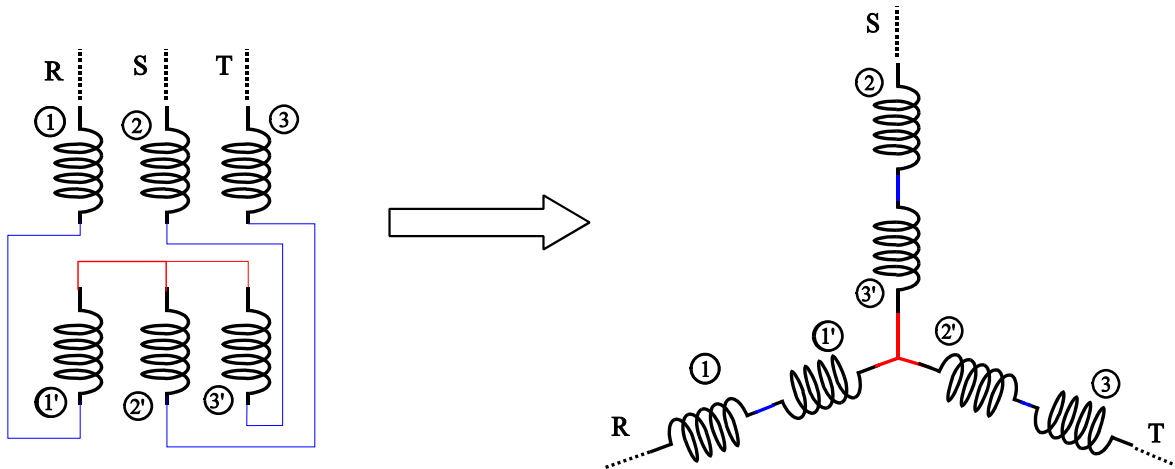
A. En el esquema siguiente se muestran las bobinas del estátor A (1, 2, 3) y las del estátor B (1',2',3'). Este esquema equivale a una conexión en estrella.

A<sub>1</sub>.



Los resultados para diferentes conexiones de bobinados son muy parecidos:

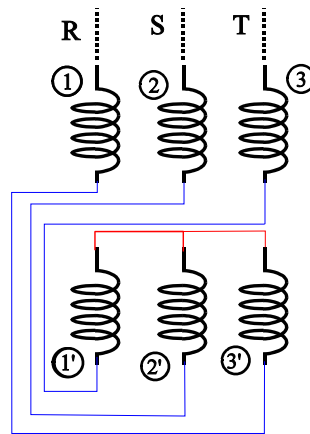
A<sub>2</sub>.



$I$ (A)	$V$ (V)	$n$ (rpm)	$W$ (W)	Var (VA)	$V$ (V)	$I$ (A)	$\cos \phi$
1	15	130	20	20	-	7	0.707
4	50	570	160	160	-	11.5	0.707
8	70	635	360	400	-	13.2	0.669

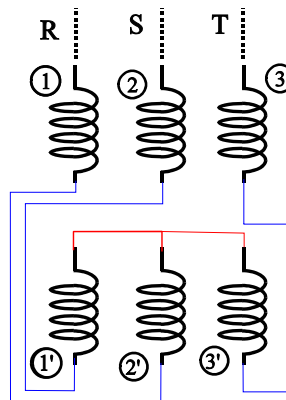
donde  $I$ ,  $V$  son las intensidades (medidas con pinza amperimétrica) y tensiones de alimentación respectivamente.

A<sub>3</sub>.



$I$ (A)	$V$ (V)	$n$ (rpm)	$W$ (W)	$Var$ (VA)	$V$ (V)	$I$ (A)	$\cos \phi$
1	15	390	20	16	-	6	0.781
4	50	680	140	200	2	11.2	0.573
8	73	707	280	440	4	12.1	0.537

A<sub>4</sub>.

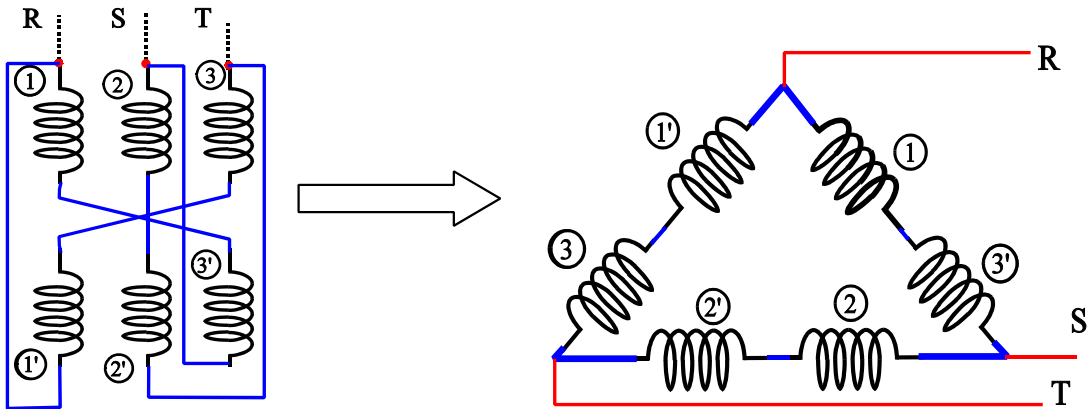


$I$ (A)	$V$ (V)	$n$ (rpm)	$W$ (W)	$Var$ (VA)	$V$ (V)	$I$ (A)	$\cos \phi$
1	15	265	20	20	1.5	6.2	0.707
4	45	655	120	160	5.8	10.8	0.60
8	70	690	280	400	9.2	12.8	0.573

a.2.- Conexión en triángulo

Conexión en único triángulo con los bobinados en serie. Los resultados de diferentes conexiones eran bastante malos excepto en el caso siguiente:

**B<sub>1</sub>**.



V	I	n	W	Var
21	20	500	40	30

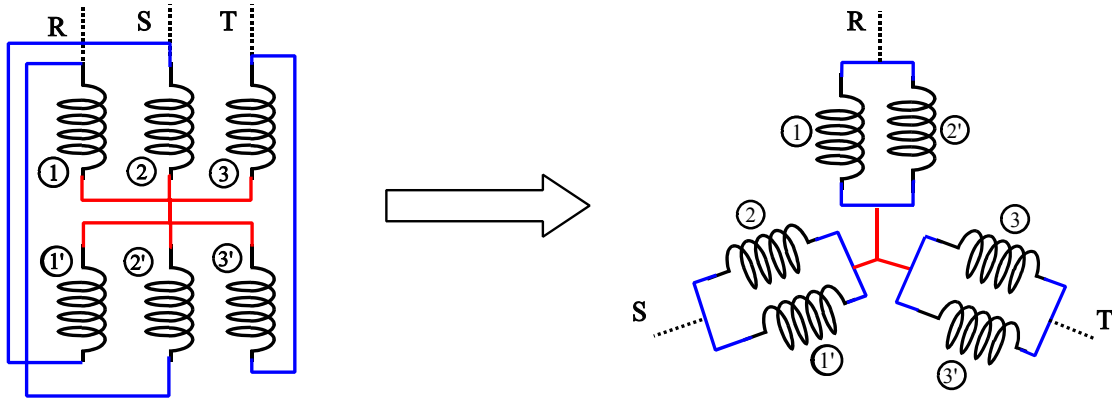
Otras conexiones de la misma estructura (**B<sub>2</sub>**, **B<sub>3</sub>**, **B<sub>4</sub>**) dan peores resultados:

V	I	n	W	Var
16	20	170	30	20
16	20	143	30	20
20	20	0	50	25

b.- Conexiones en paralelo

b.1.- Conexión en estrella

C.  
C<sub>1</sub>.



V	I	n	W	Var
16	20	440	30	20

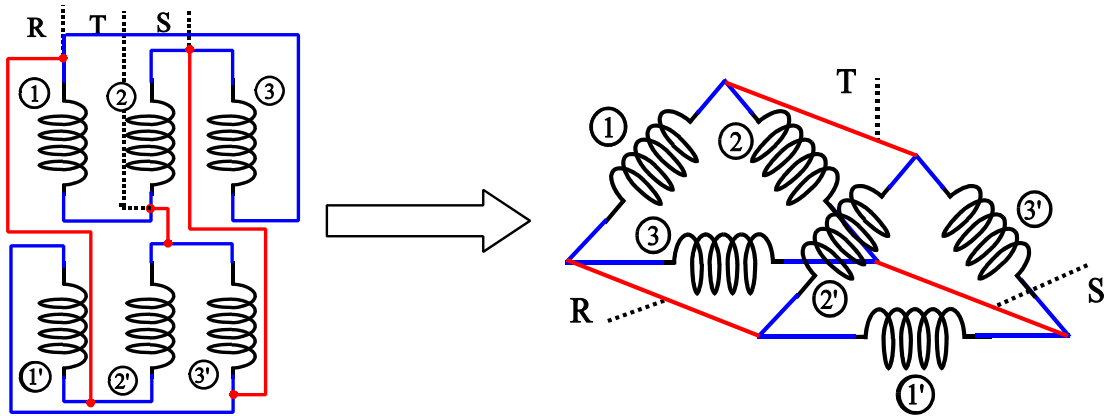
Otros resultados de la misma estructura (C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>) :

V	I	n	W	Var
13	20	280	25	15
14	20	0	30	10

b.2.- Triángulo

D. La conexión en triángulo-bobinados en paralelo- no presenta resultados satisfactorios. La mayoría de las diferentes uniones entre bobinados dio resultado negativo (no había movimiento del rotor) excepto la que se presenta en la figura.

D<sub>1</sub>.

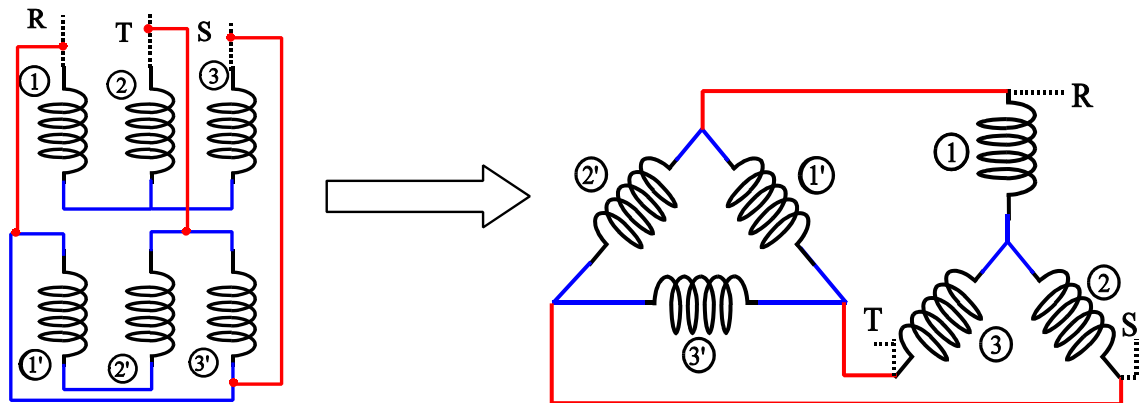


V	I	n	W	Var
18	24	20	50	10

b.3.- Mixta

E. Conexión Dalhander. Tampoco se obtuvieron resultados reseñables:

E<sub>1</sub>.



V	I	n	W	Var
135	20	18	20	2

Aunque la configuración de polos encarados es la mejor, como era de esperar, se tomaron diversas medidas que se transcriben por su posible utilidad en trabajos posteriores aunque no se entra aquí en su valoración.

Con las configuraciones que daban un mayor valor de velocidad de giro, se realiza una prueba interesante: Los dos estatores se giran entre sí un pequeño ángulo ( $9^\circ$ ) en un sentido, y se repiten las experiencias anteriores para comprobar si ha habido cambios sustanciales en los resultados.

$A'_2$ .

V	I	n	W	Var
6.0	20	627	90	120

$A'_3$ .

V	I	n	W	Var
4.6	20	425	85	80

Si se gira el mismo ángulo pero en sentido contrario:

$A''_2$ .

V	I	n	W	Var
4.7	20	459	85	80

$A''_3$ .

V	I	n	W	Var
6.0	20	625	90	120

$B''_1$ .

V	I	n	W	Var
2.0	20	365	40	30

$B''_2$ .

V	I	n	W	Var
1.8	20	260	35	20

$B''_3$ .

V	I	n	W	Var
1.8	20	260	35	20

$C''_1$ .

V	I	n	W	Var
1.6	20	207	30	20

$C''_2$ .

V	I	n	W	Var
1.3	20	165	30	15