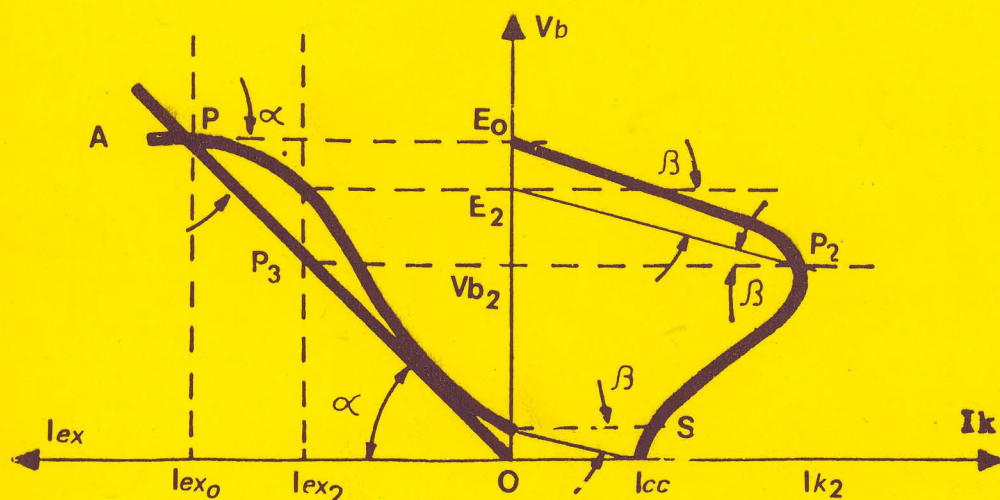


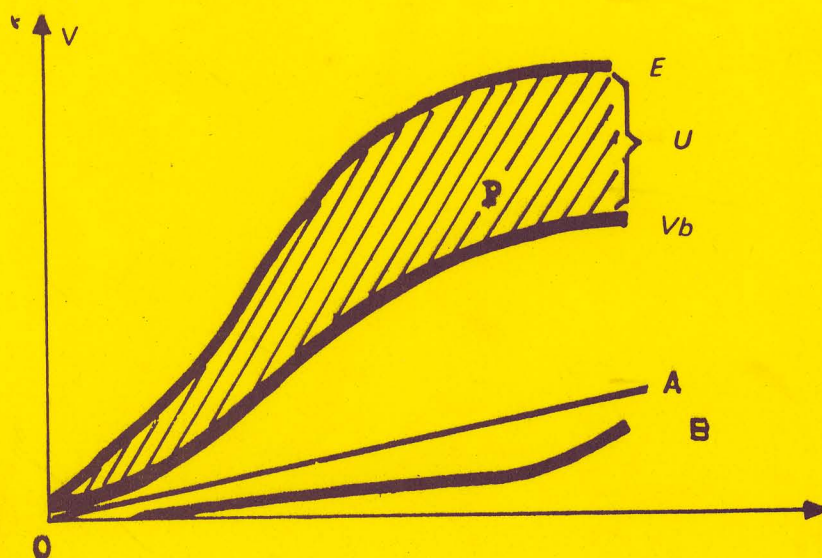
MAKINA ELEKTRIKOAK II

laborategiko saiakuntzen ondorioak



s. kortabitarte

1h-2.2 eta 2.3





Aurrerki Kutxa Municipalak

Babestutako argitarapena

Edición patrocinada por la

*Caja de Ahorros Municipal
de San Sebastián*



TEKNOLOGI TALDEA

M A K I N A E L E K T R I K O A K I I

(LABORATEGI SAIAKUNTZEN ONDORIOAK)

L.H. 2.2 ETA 2.3

EGILEA : SABIN KORTABITARTE

Markinako Lanbide Heziketa Eskolako Irakaslea

MOLDATZAILEA : ELHUYAR KULTUR ELKARTEA

(c) Copyright: ELHUYAR KULTUR ELKARTEA

I.S.B.N. : 84-86158-19-2

Lege gordailua : SS/337-83

Inprimategia : DONOSTIAKO AURREZKI KUTXA MUNIZIPALA

M A K I N A E L E K T R I K O A K I I
=====

LABORATEGIKO ARIKETAK

(SOLUZIOAK)

1.983

S. Kortabitarte

S A R R E R A

Lanbide Heziketako laugarren eta bostgarren mailatarako prestatua izan zen "Makina Elektrikoak - Laborategiko Ariketak" deitu liburua.

Liburu horren osagarri eta batez ere irakaslearentzako lagungarri izan daitekelakoan burutu da bigarren hau. Nabari denez, aurrekoan azaltzen ziren teoria eta saiakuntzen soluzioak eta konklusioak presentatzen dira bigarren liburu honetan Teoriaren froga bezala, saiakuntzok laborategian eginak izan dira eta beraz esperientzia batzuen ondorioak dira. Halata ere makina batetik bestera alde izugarriak egon daitezkeenez, hemen argitzen diran grafikoak eta ematen diren baloreak, saiakuntzak egiteko jarraitu behar den prozesuaren argibide besterik ez nahi lukete izan. Modu guztietara, Alecoop etxearen makinak erabiltzen badira, grafikook nahiko fidagarriak direla esan dezakegu.

Laugarren mailan, "korrante jarraiko" makinaren gaia aztertuta eta sakonduko dela eta bostgarren mailan berriz, "korrante alternoko" koena erabiliko dela pentsatuz, eta nolatan ere teknologia eta praktikak elkarrekin loturik joan behar dutenez, bi sail nagusitan bananduko genituzke liburu hontan azaltzen diren ariketak:

- Automatizazio bereziak eta korrante jarraiko makinak, laugarren mailan emateko.
- Korrante alternoko makinak, bostgarren mailarako.

Denaden, irakasle bakoitzak ikusi beharko luke, bere kursoaren, taxuketaren arabera, nola eman gaiok.

Modu guztietara, gure hizkuntzaren onerako, gure ikastetxeetan gaiok euskaraz ematen edota, gutxienez, eman daitezkeela ohartarazten lagunduko balu, liburu honen helburua betetik legoke.

E D U K I N A

AUTOMATIZAZIO BEREZIAK

	<u>Orr.</u>
T2.- Korrante alternoko motoreen balaztaketa	11
T3.- Errotore harrilkatuko motoreen abioa	12
T4.- Bi harilkatu independienteko motoreak	13
T5.- "Dahlander" sistemako motoreak	15
T6.- "Dahlander" motorearen norantz aldaketa	16
T7.- Bi motore trifasikoren funtzionamendua,erre- pikatzen den ziklo bzten arabera	18

EXZITAZIO INDEPENDIENTEKO DINAMOAK

T8.- Dinamoaren abioa	21
T9.- Korrante-norantzaren aldaketa	22
T10.-Dinamoaren tentsio-aldaketa	23
T11.-Dinamoaren "hutseko ezaugarria"	24
T12.-Dinamoaren kargako ezaugarria	25
T13.-Induzituaren ezaugarria	26

DINAMO AUTOEXZITATUAK

T14.-Autoexzitazio saiakuntza eta kurbak	28
T15.-Shunt dinamoaren kargako ezaugarria	29
T16.-Serie dinamo:saiakuntza eta kurbak	31
T17.-Serie dinamoaren hutseko ezaugarria	32
T18.-Serie dinamoaren kargako ezaugarria	33

KORRONTE ZUZENEKO MOTOREAK

	<u>Orr.</u>
T19.- Shunt motorearen abioa	35
T20.- Konmutazio txarra duen motore baten funtzio- namendua	36
T21.- Sunt motorearen norantz aldaketa	37
T22.- Exzitazio independienteko motorearen funtzio- namendua: Abioa eta balaztaketa	40
T23.- Korronte zuzeneko makinaren potentzi galera me- kanikoak	41
T24.- Abiadura/induzituko korronte ezaugarria	42
T25.- Abiadura/korronte induktorea ezaugarria	43
T26.- Ward-Leonard grupoa	45
T27.- Serie-motorearen abiatze prozesua	46
T28.- Abiadura/intentsitate ezaugarria	47
T29.- Momentu/kargako korronte ezaugarria	48

ALTERNADOREAK

T30.- Exzitazio independienteko alternadore trifasikoaren funtzionamendua	50
T31.- Alternadore autoexzitatatuak	51
T32.- Alternadoreen akoplamendua	52
T33.- Alternadorearen hutseko ezaugarria	53
T34.- Alternadorearen zirkuitulaburreko ezaugarria ...	54
T35.- Alternadorearen inpedantzia sinkronoa	55
T36.- Alternadore baten kargako ezaugarria	56
T37.- Alternadore trifasikoaren kargako ezaugarria....	57

MOTORE SINKRONOAK

T38.- Motore asinkronoaren abioa induktorea zirkuitulaburrean jarriarik: Teoriaren aplikapena	59
T39.- Motore sinkronoaren abioa, motore asinkrono batez lagundurik.	60
T40.- Makina sinkronoaren ezaugarriak: Mordey-ren kurbak	61

MOTORE ASINKRONOAK

	<u>Orr.</u>
T41.- Motore asinkronoaren abiadura aldaketa	64
T42.- Motore asinkronoaren hutseko ezaugarriak	65
T43.- Motore asinkronoaren kargako ezaugarriak	66
T44.- Errotore harilkatuko motore asinkronoen abioa..	73
T45.- Maiztasun-bihurtzaileak.....	74
T46.- Errotore harilkatuko motore asinkronoen hutse- ko ezaugarria	76
T47.- Errotore harilkatuko motore asinkronoaren kar- gako ezaugarriak	77

MOTORE ASINKRONO MONOFASIKOAK

T48.- Motore asinkrono monofasikoaren abioa	82
T49.- Motore monofasikoaren biraketa norantzaren al- daketa	83
T50.- Motore monofasikoaren hutseko ezaugarriak	84
T51.- Motore monofasikoaren kargako ezaugarriak	85

SISTEMA MONOFASIKOZ ELIKATUTAKO MOTORE TRIFASIKOAK

T52.- Kargako saiakuntza	91
--------------------------------	----

TRANSFORMADORE ESTATIKOAK

T53.- Transformadorearen hutseko ezaugarria	94
T54.- Zirkuitu laburreko saiakuntza	95
T55.- Transformadorearen kargako saiakuntza	96
T56.- Transformadorearen barneko tentsio galerak:Kapp- en diagrama	98
T57.- Transformadorearen errendimendua	99
T58.- Motore trifasiko asinkrono baten harilketa eta laborategiko saiakuntza	103

T58. ARIKETARI BURUZKO ZENBAIT AZALPEN

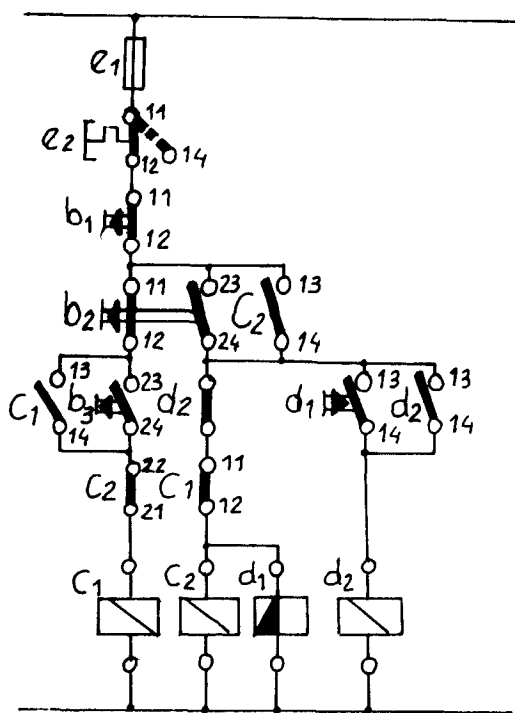
Ariketa hau ez da motorearen birbobinatze soil bat izango. Ikasleari, motorearen nukleoa, estatorea, errotorea eta beste zenbait zehaztasun tekniko emango zaio; halanola: Aurretik zuen harilkatuaren datuak, ikasleak berak kondizio berri batzuetara molda ditzan. Ikasleak, aurretik motoreak zuen potentzia eta beraz momentu erabilgarria hobetzeko posibilitateak estu diatuko ditu eta kalkuluen arabera harilkatu berria jarri. Harilkatu berriaren erantzuna ezagutzeko, motorearen momentua, potentzia eta abar entsegatuko dira laborategian, aurrekoekin konparatuz.

Beharrezkoak diren saiakuntzak egin ondoren, harilkatu berriaren fitxa tekniko bat osotuko da: Harilkatuaren eskema, espira kopurua, hariaren diametroa eta saiakuntzatik ateratako kurba eta gainerako zehaztasunak.

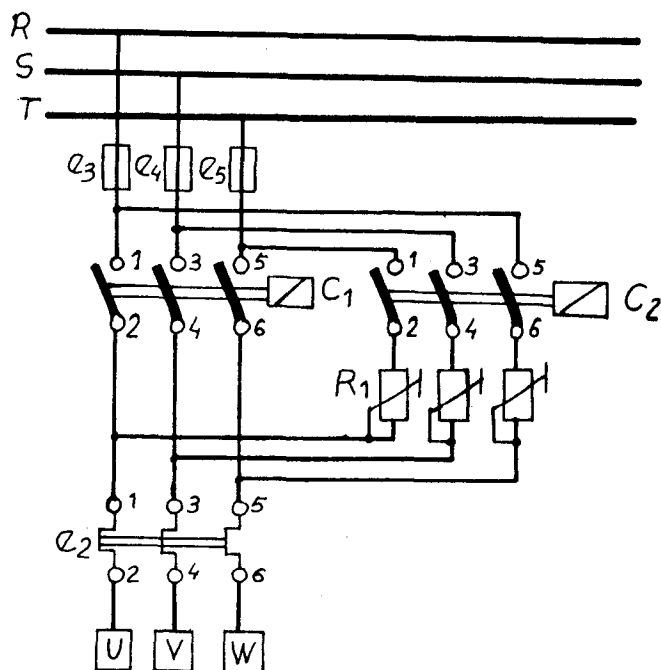
AUTOMATIZAZIO

BEREZIAK

AGINTE ZIRKUITUA

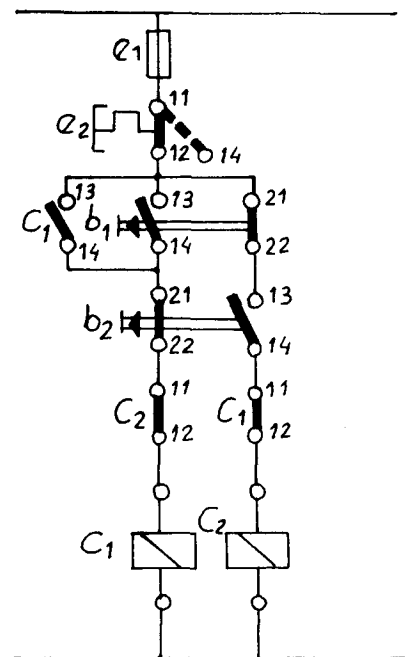


INDAR ZIRKUITUA

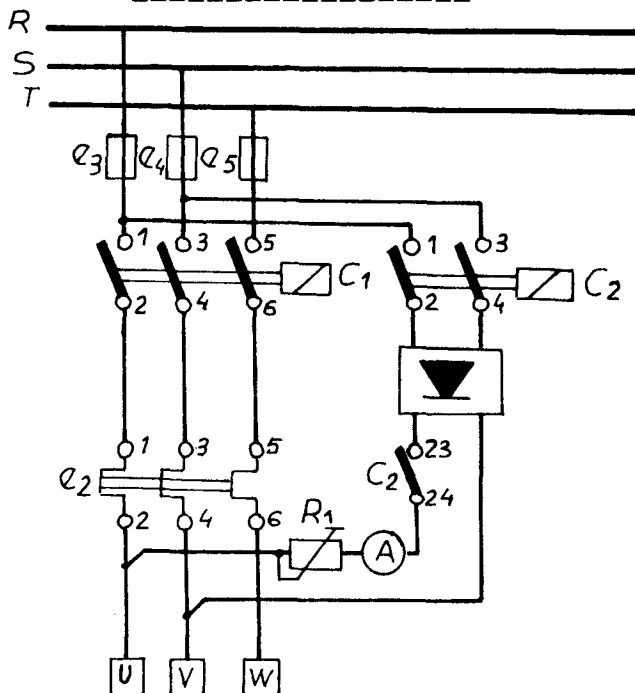


Kontrakorrante bidezko frenatze sistema.

AGINTE ZIRKUITUA



AGINTE ZIRKUITUA

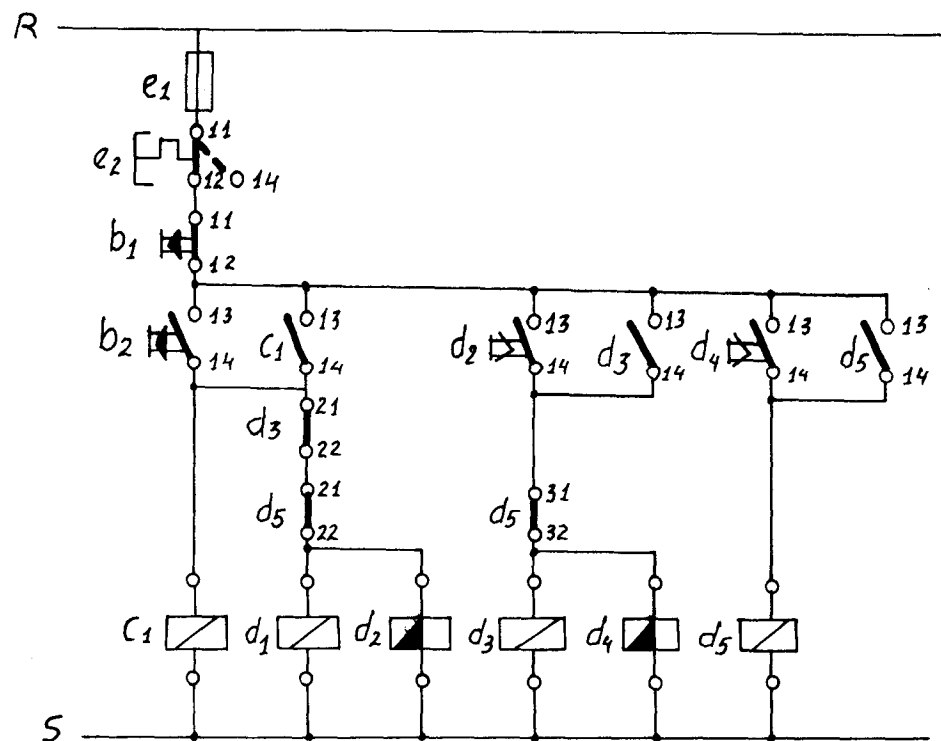


Motoreari generadore laburzirkuitatu bezala lan egin araziz lortzen den frenatze sistema erregulagarria.

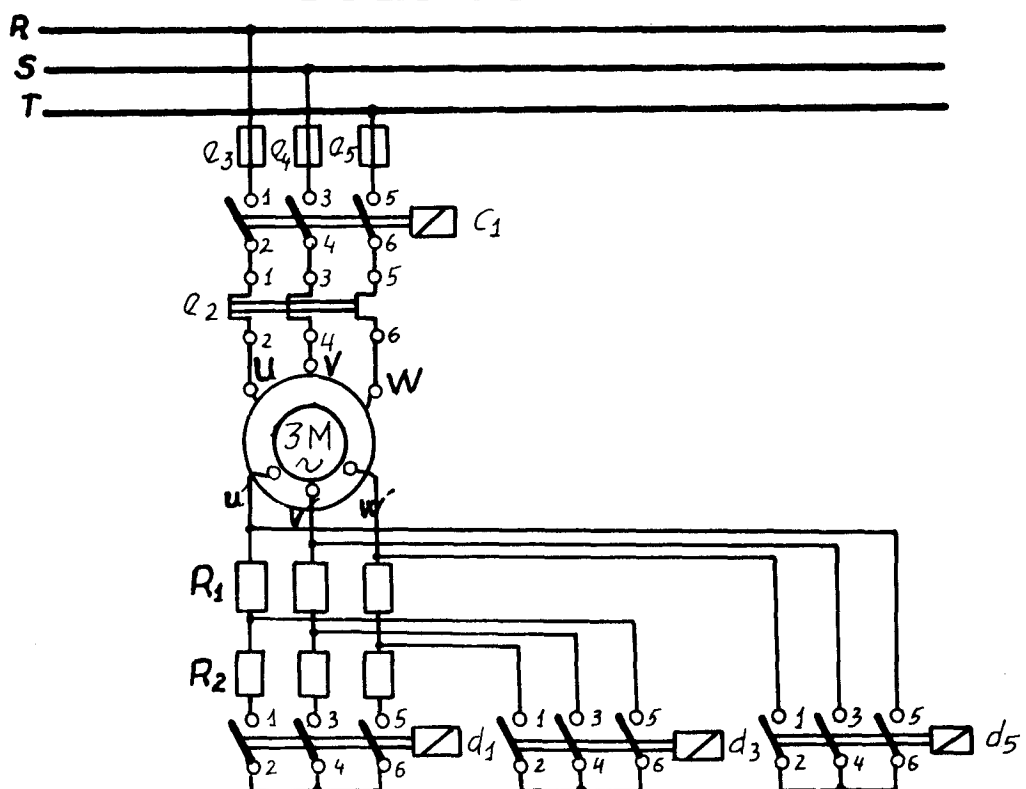
E S K E M A

T 3

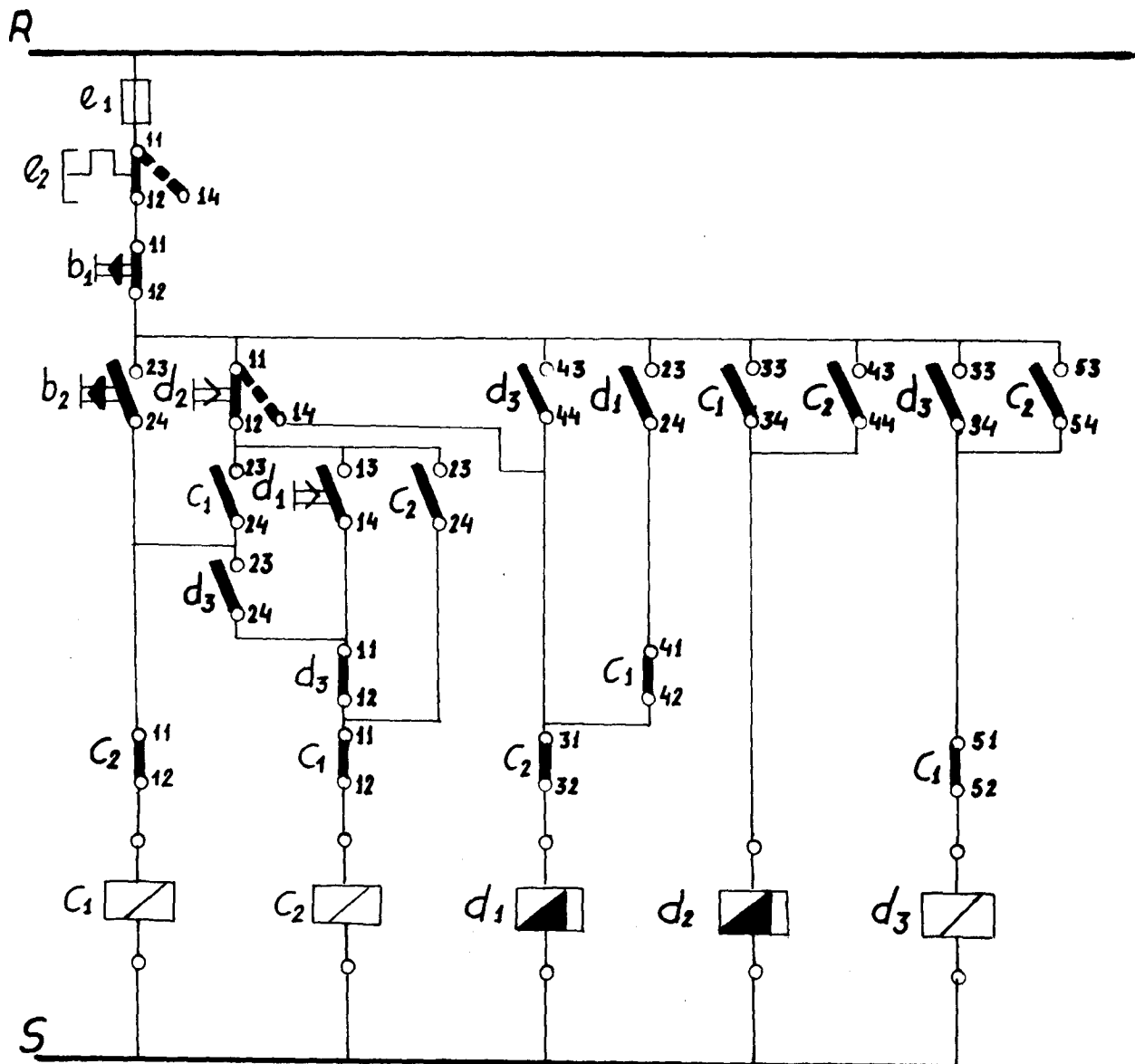
AGINTE _ _ _ ZIRKUITUA _



INDAR _ _ _ ZIRKUITUA _



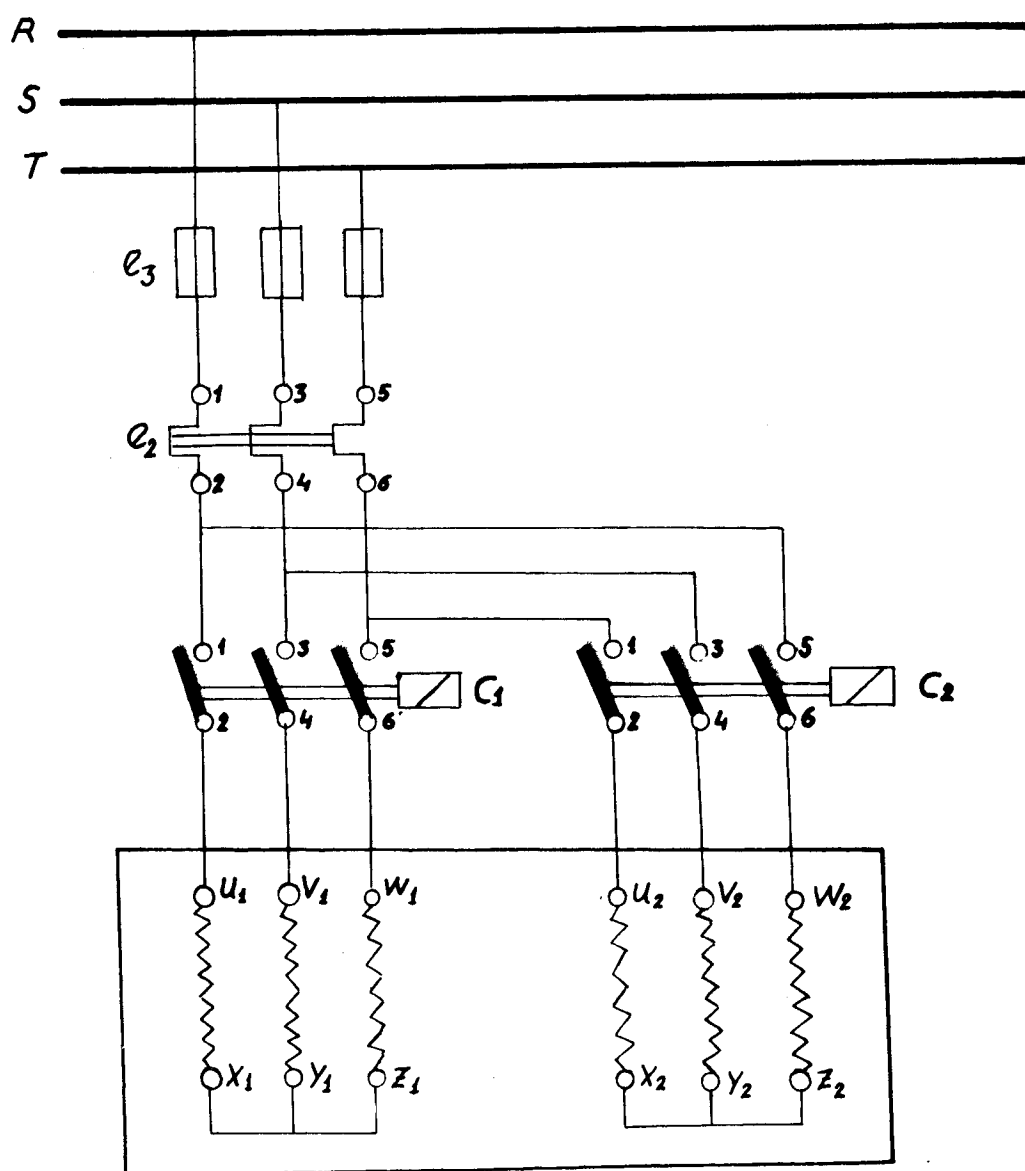
AGINTE ZIRKUITUA



E S K E M A

T4

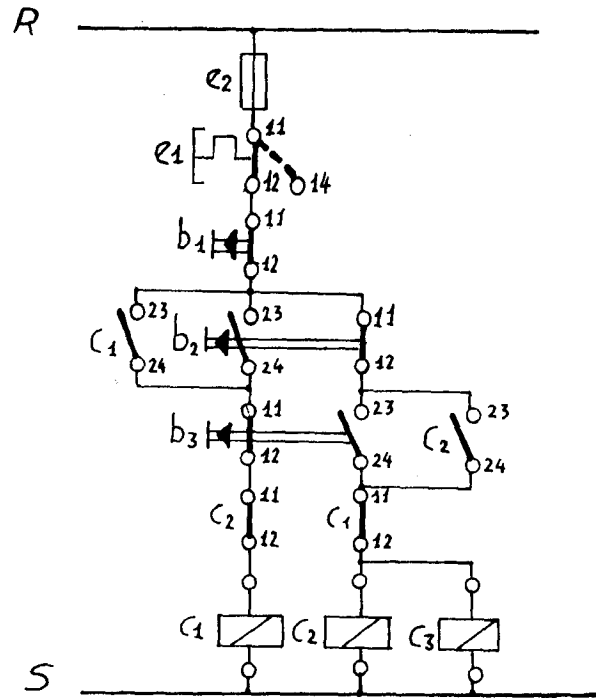
INDAR ZIRKUITUA



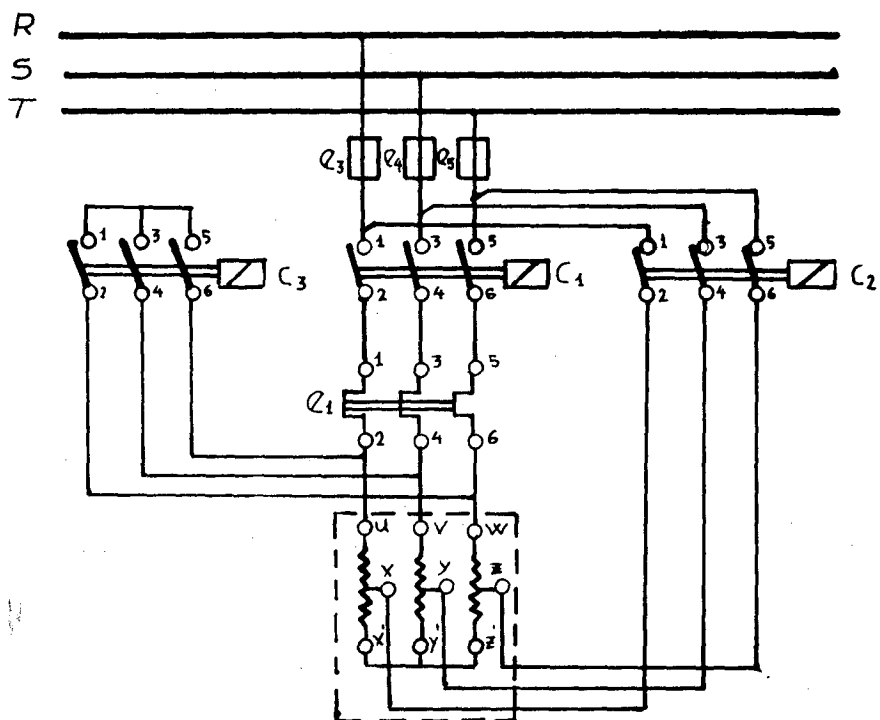
E S K E M A

T 5

AGINTE ZIRKUITUA



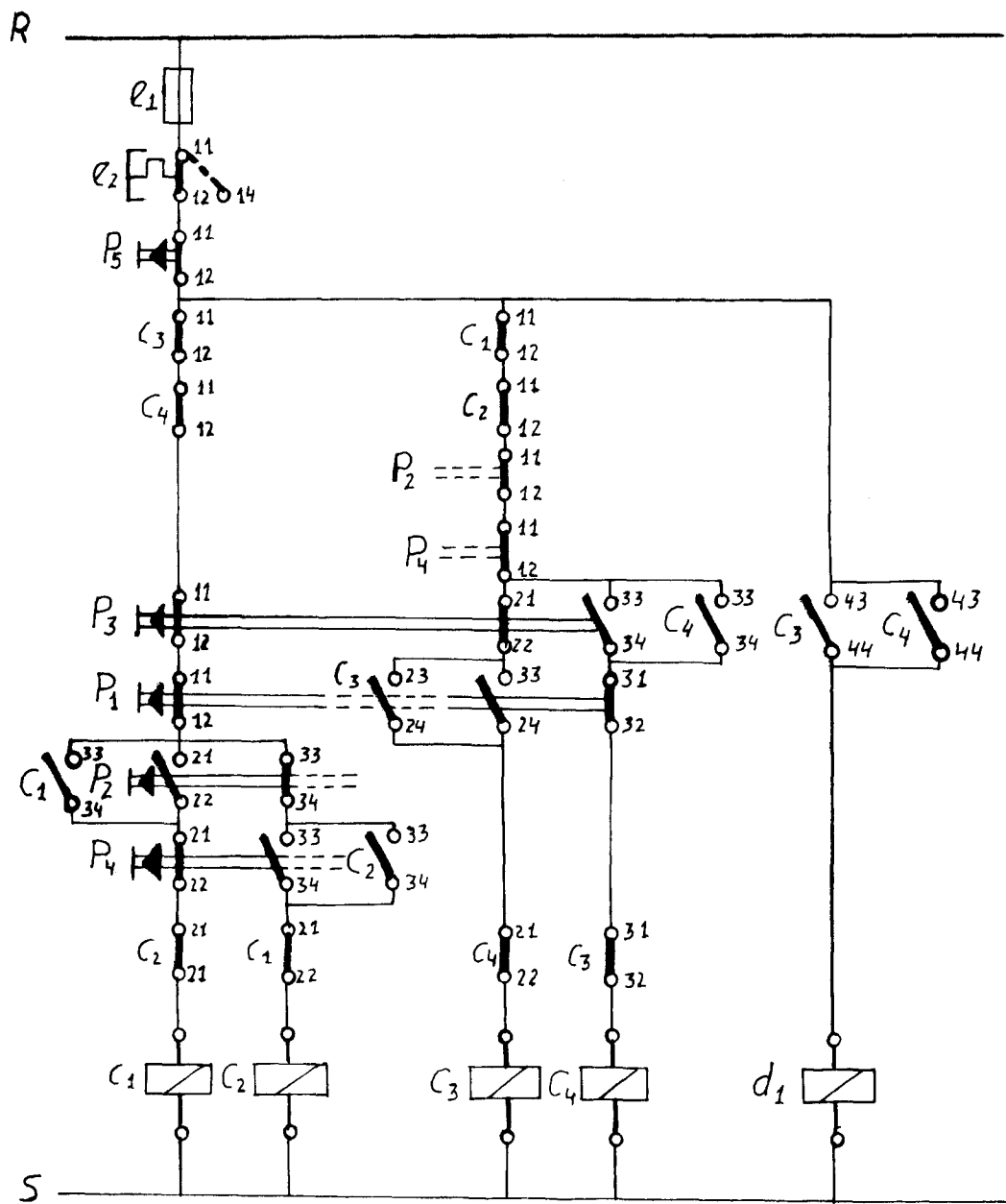
INDAR ZIRKUITUA



E S K E M A

T 6

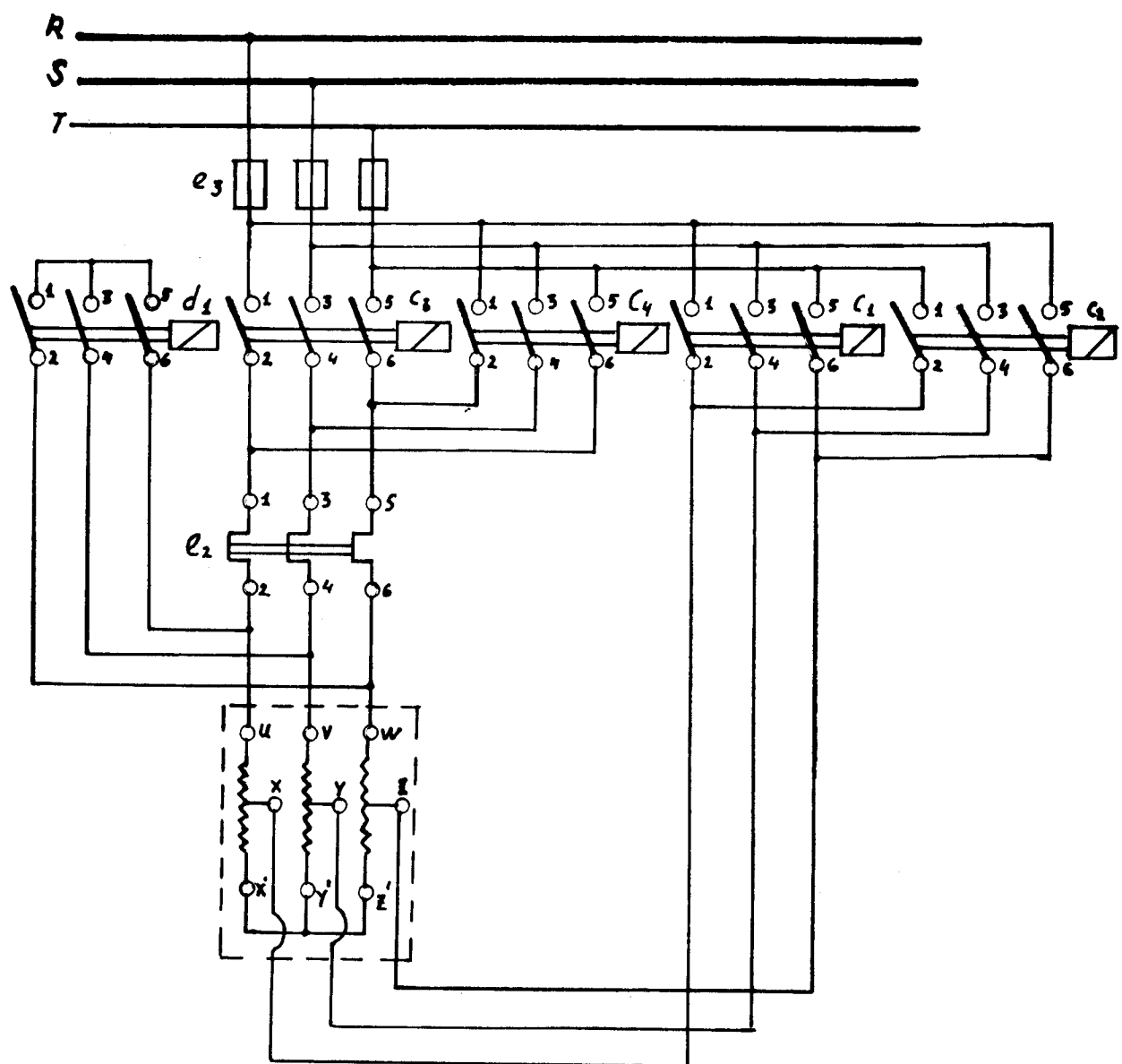
AGINTE ZIRKUITUA



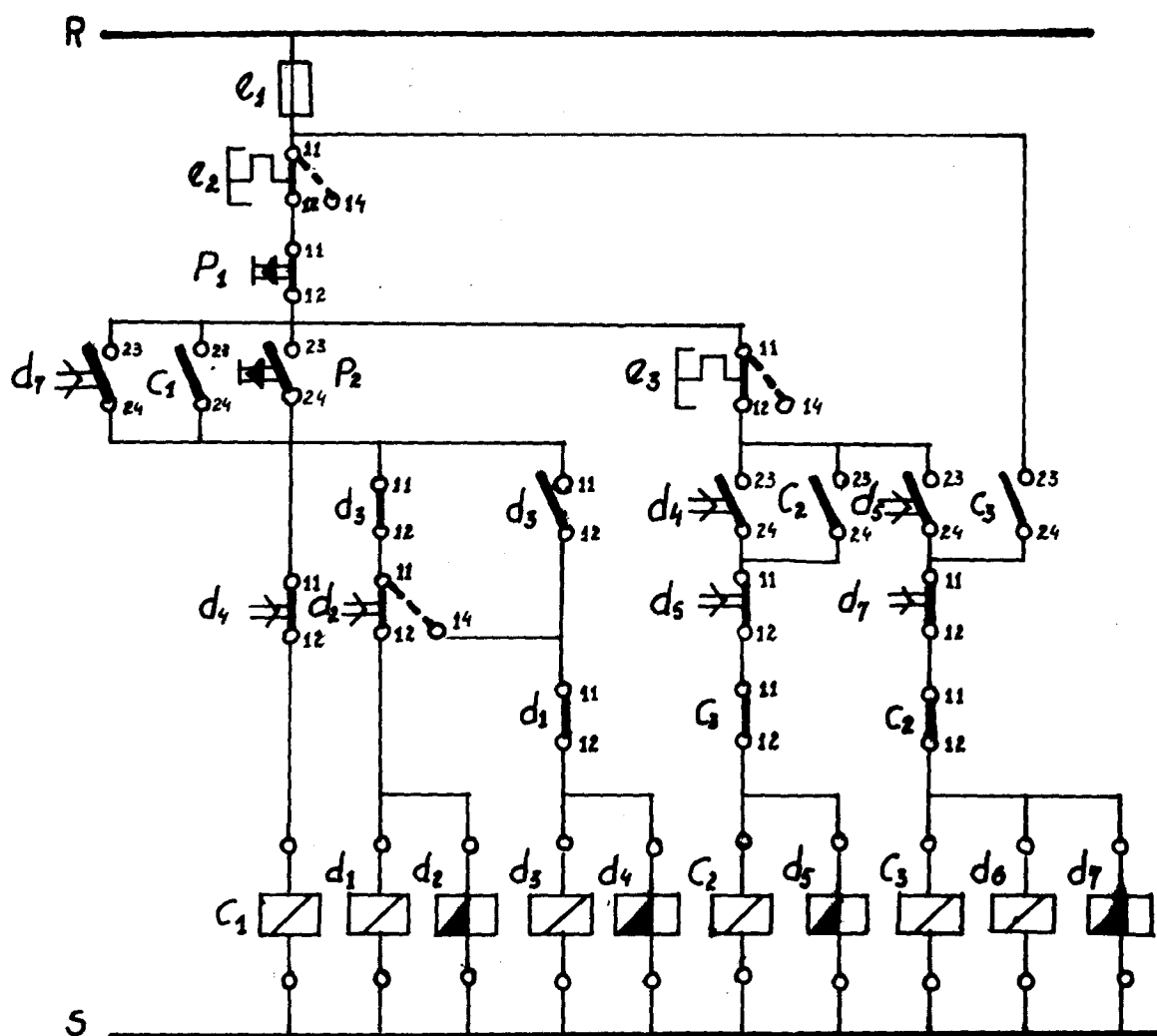
E S K E M A

T6

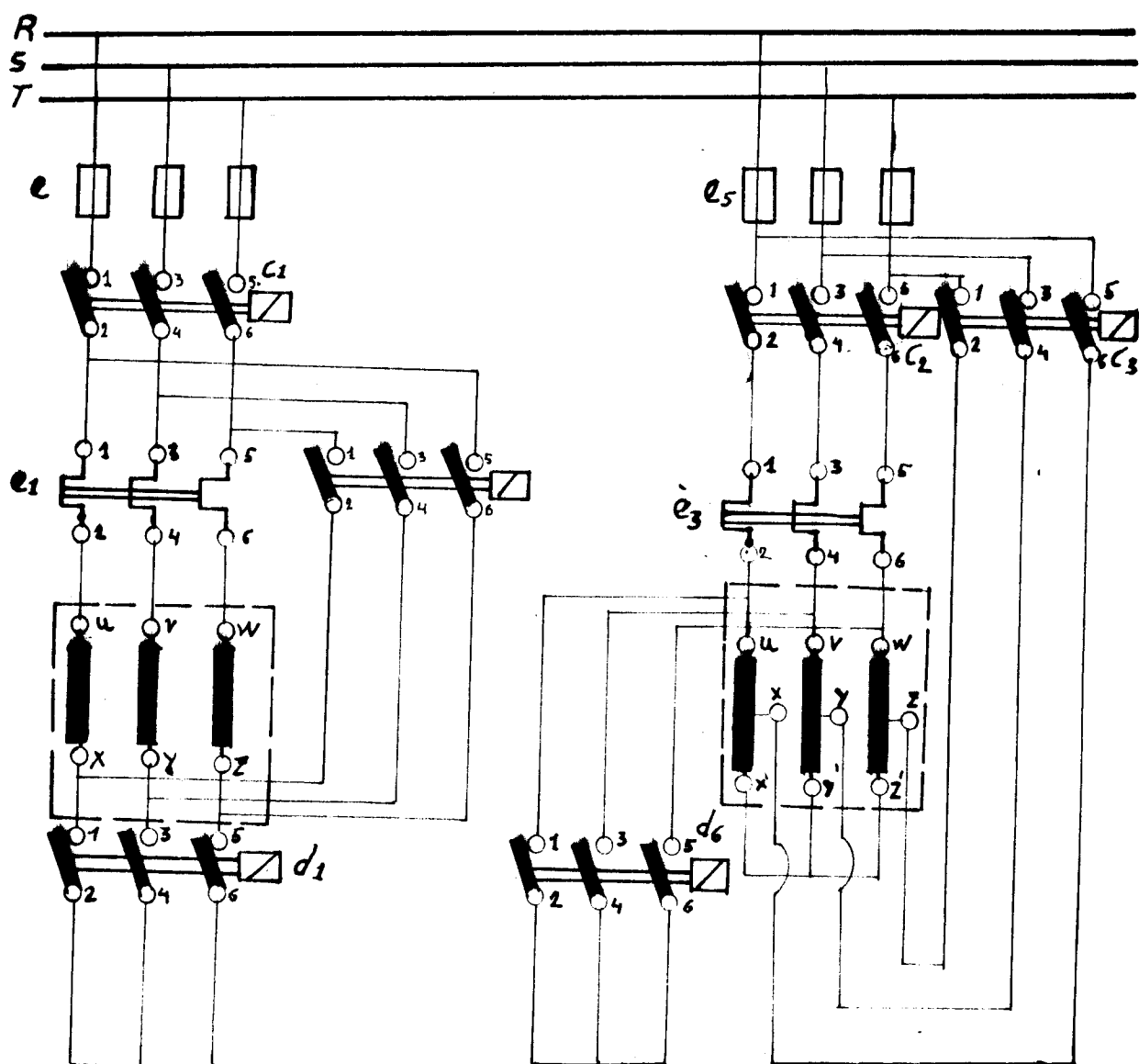
INDAR ZIRKUITUA



AGINTE ZIRKUITUA



INDAR ZIRKUITUA



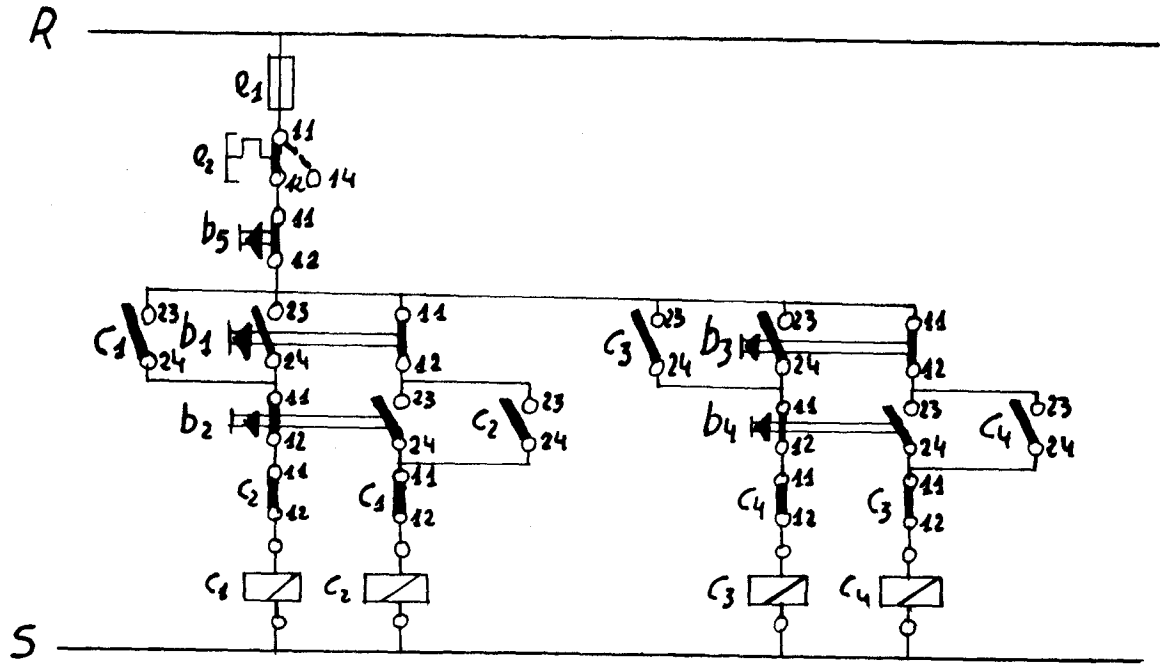
E X Z I T A Z I O I N D E P E N D I E N T E K O

D I N A M O A K

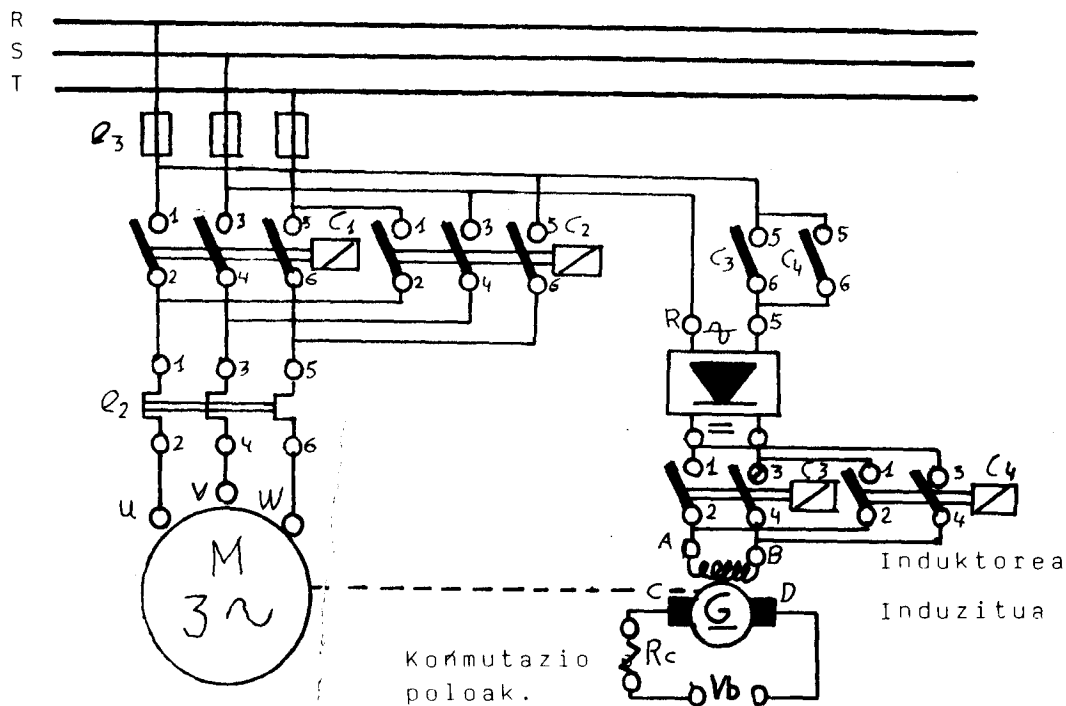
E S K E M A

T9

AGINTE ZIRKUITUA



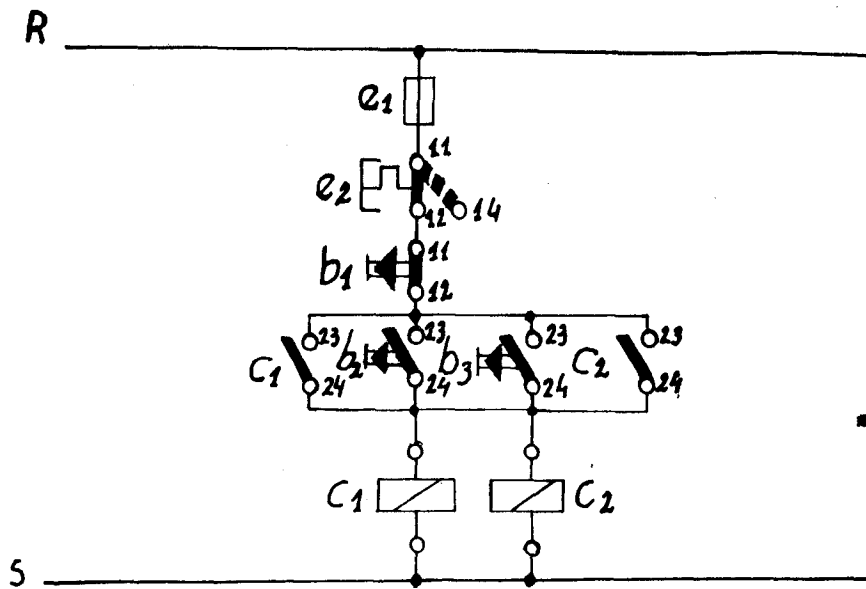
INDAR ZIRKUITUA



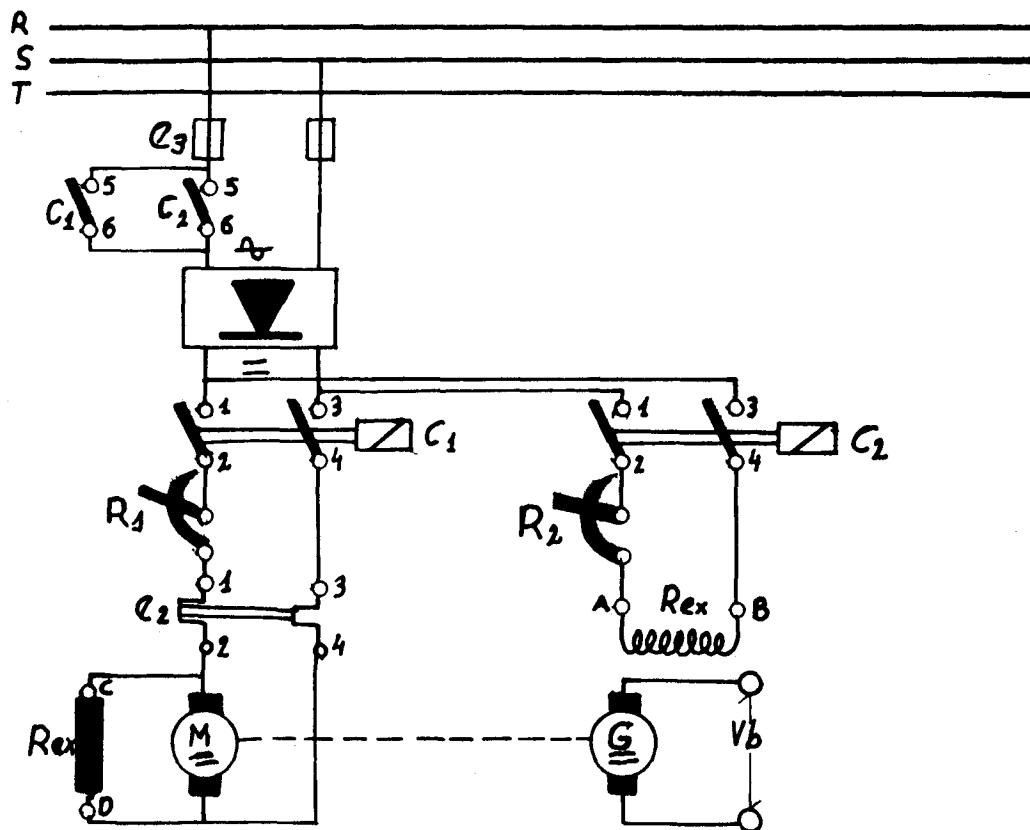
E S K E M A

T10

AGINIE ZIRKUITUA



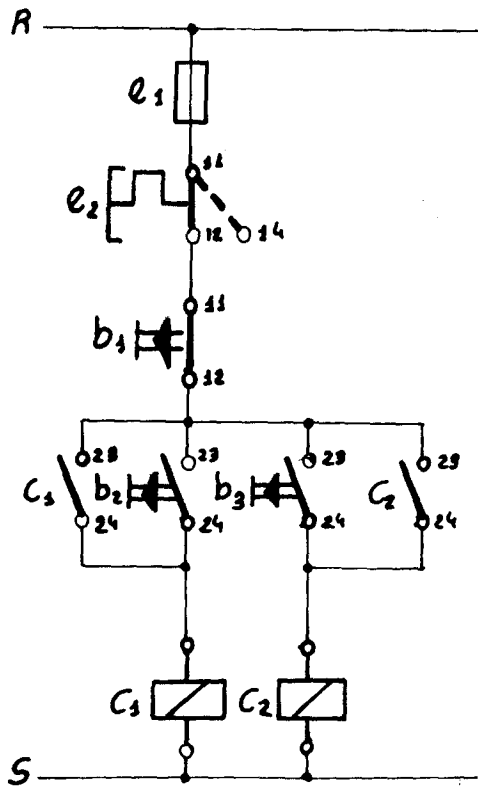
INDAR ZIRKUITA



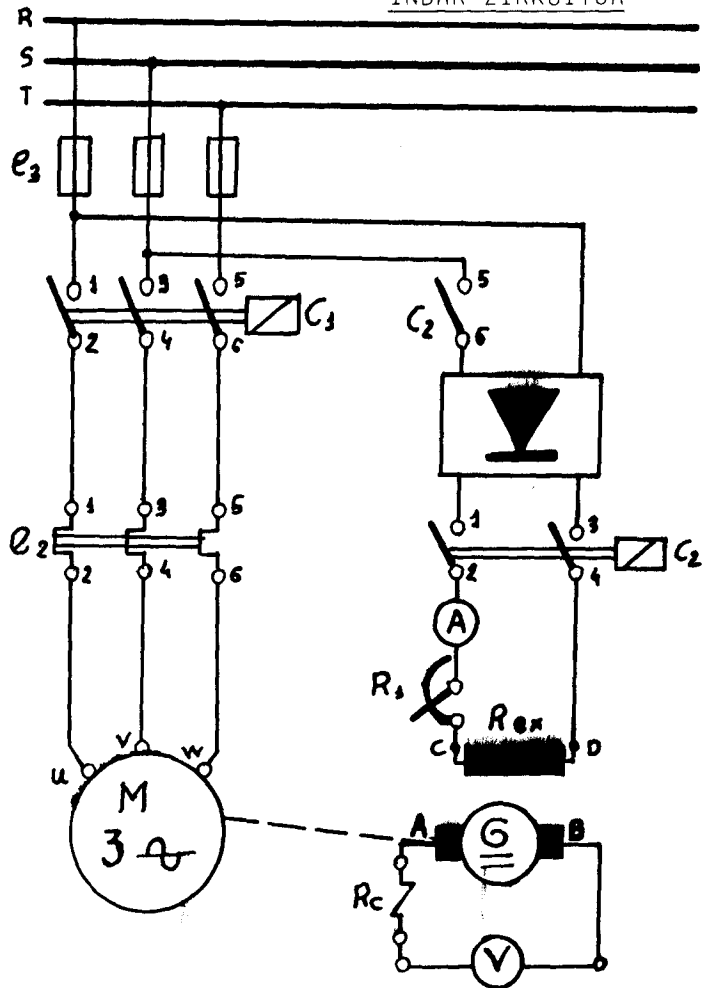
E S K E M A

T11

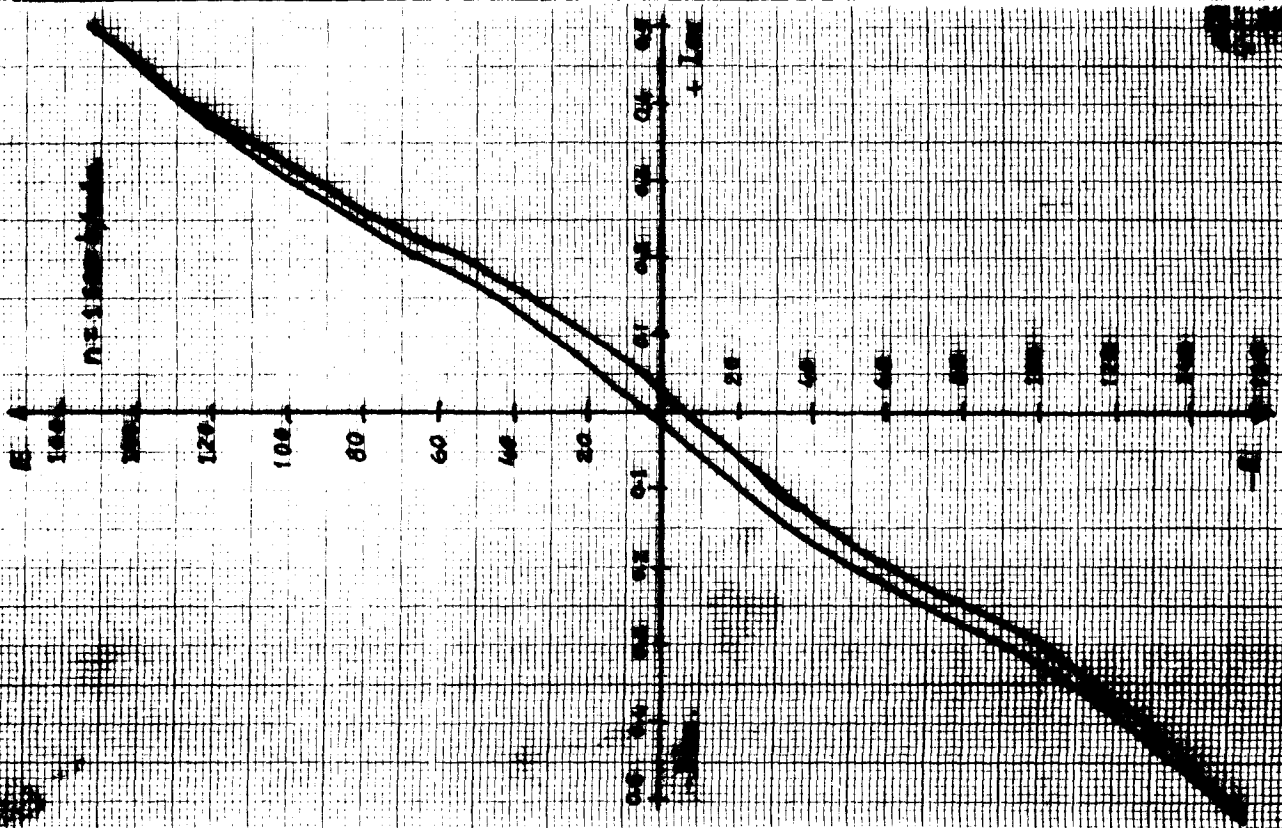
AGINTE ZIRKUITUA



INDAR ZIRKUITUA

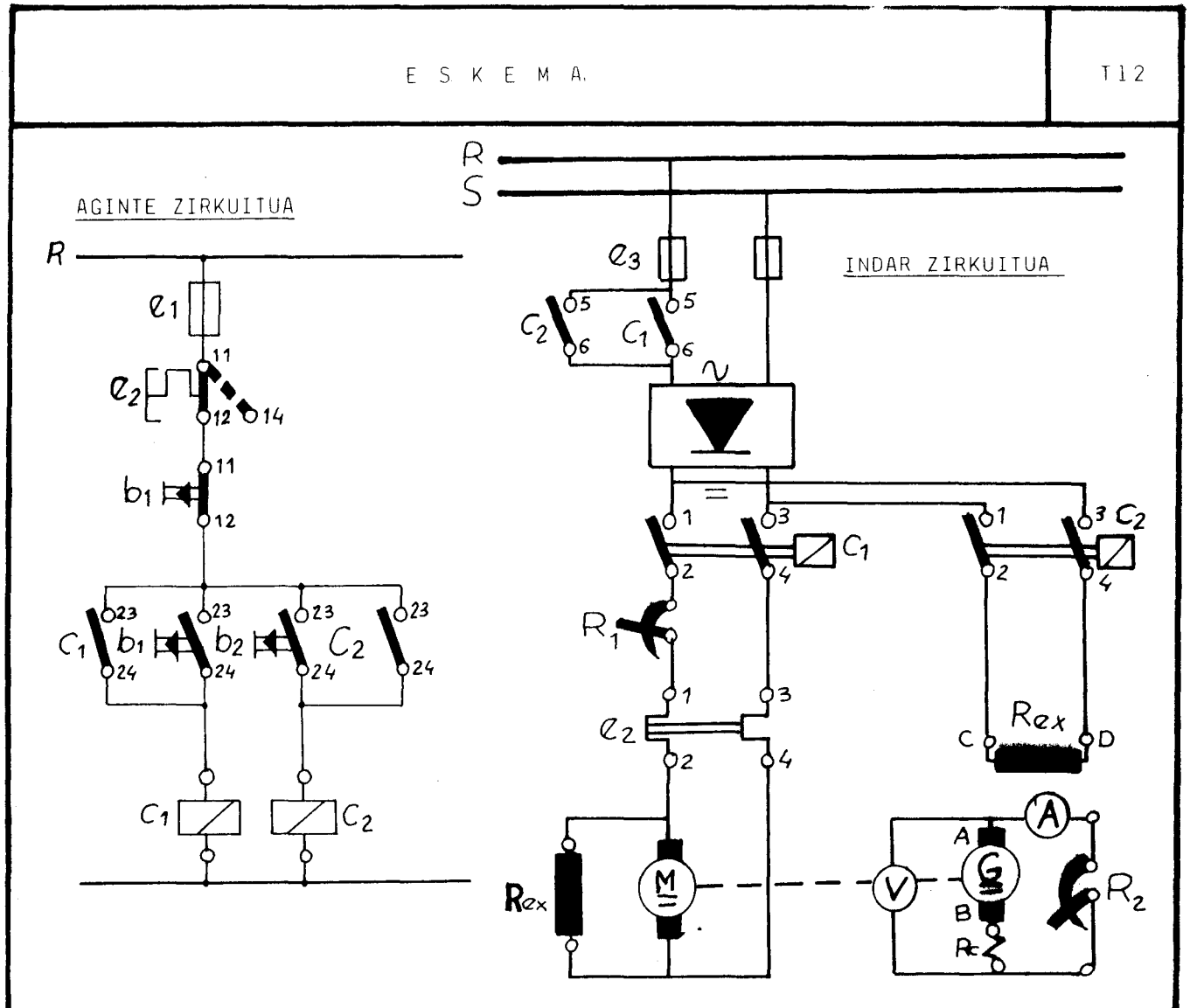


K U R B A K

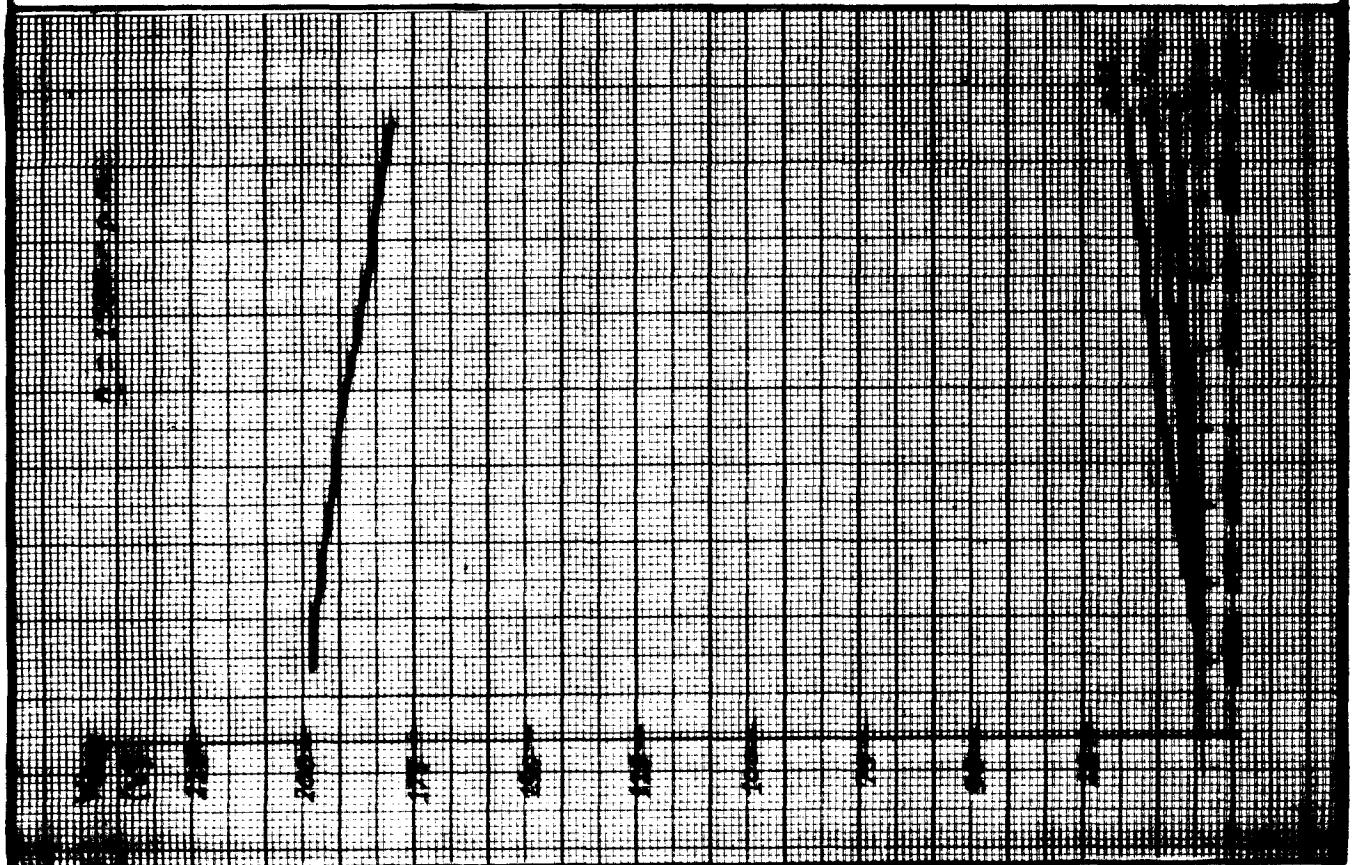


E S K E M A.

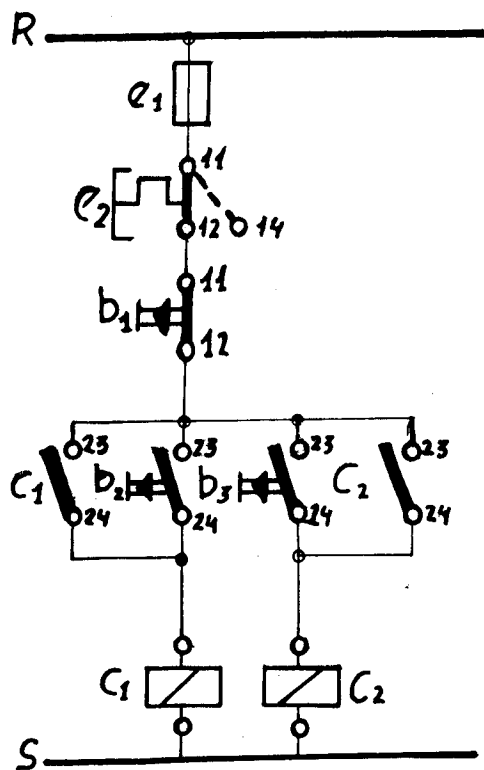
T12



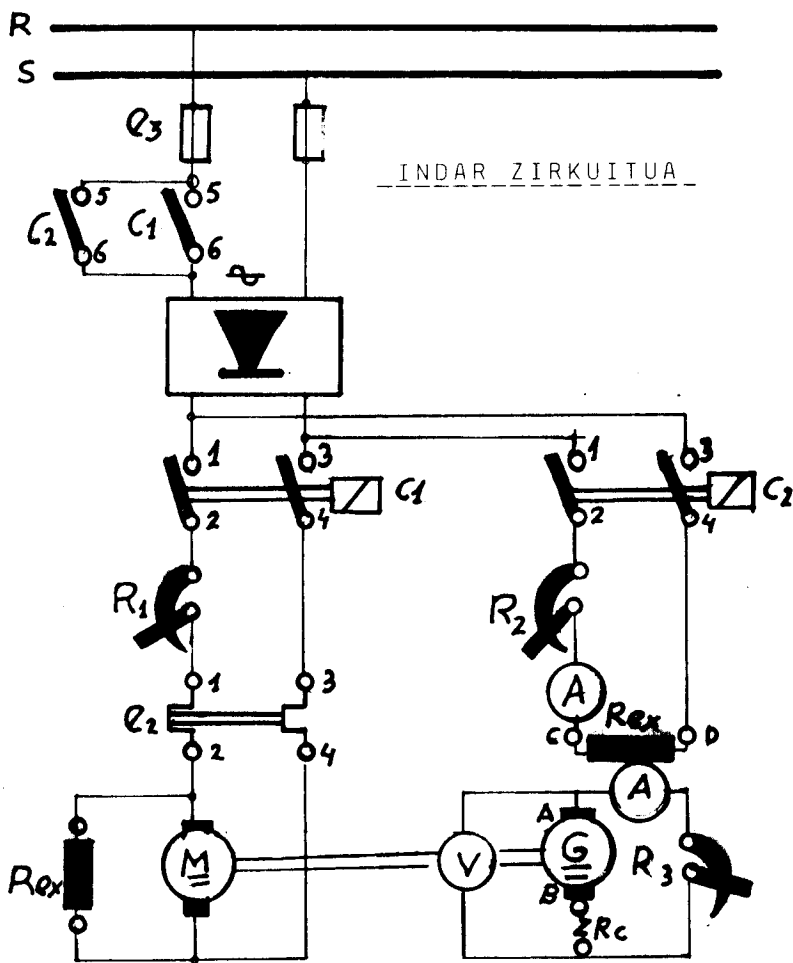
K U R B A K



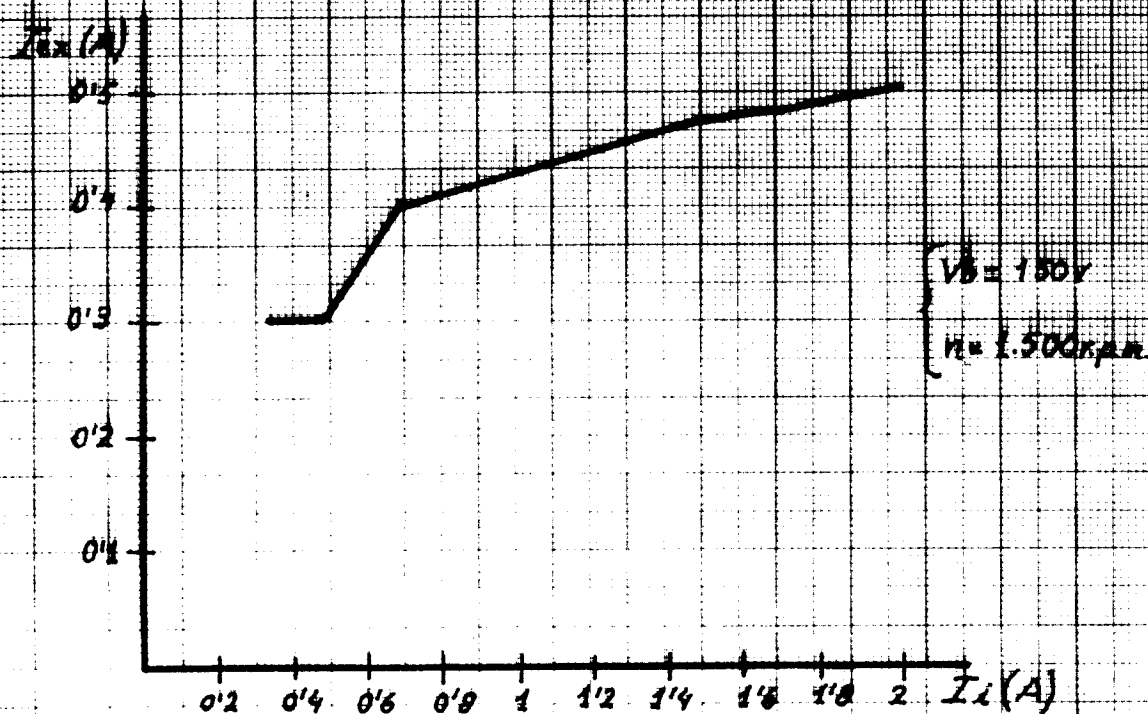
AGINTE ZIRKUITUA



INDAR ZIRKUITUA



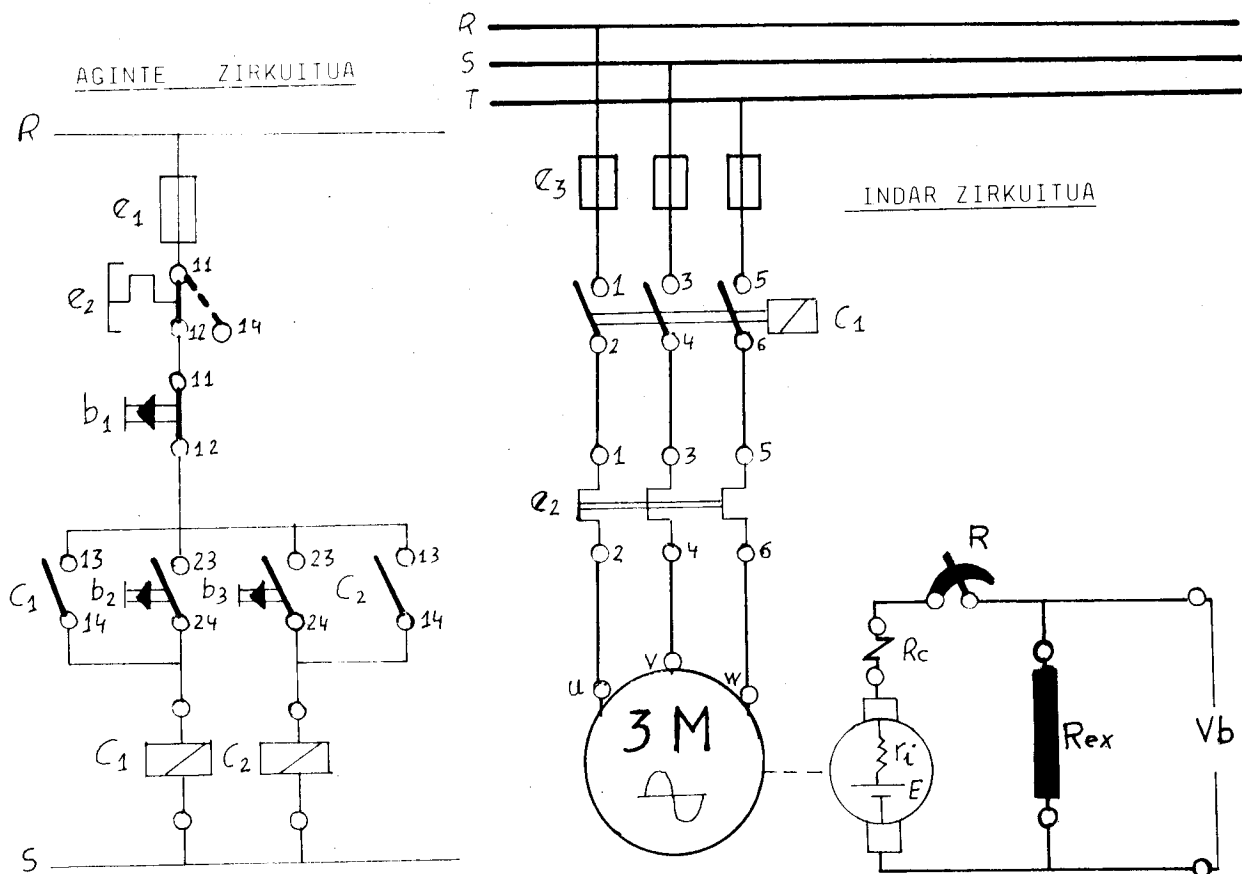
K U R B A K



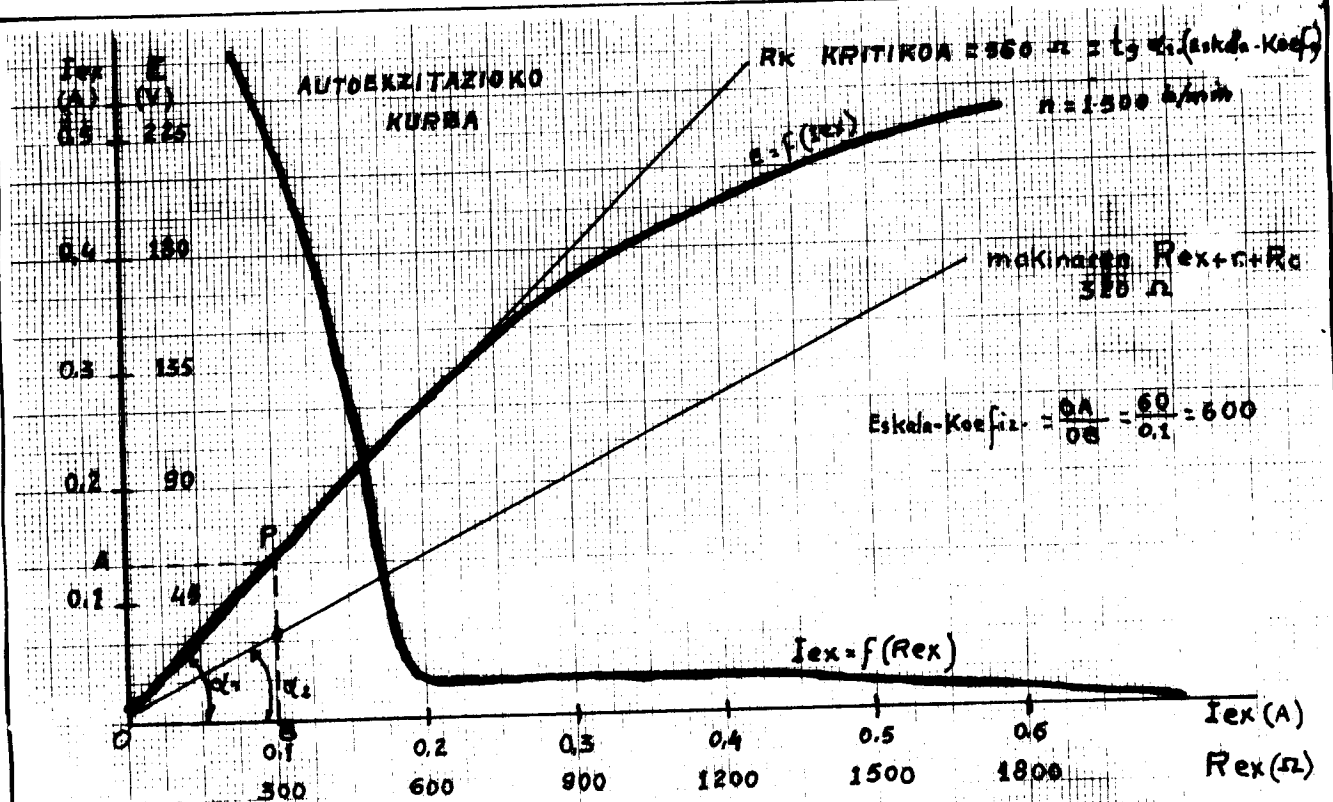
D I N A M O A U T O E X Z I T A T U A K

E S K E M A

T14

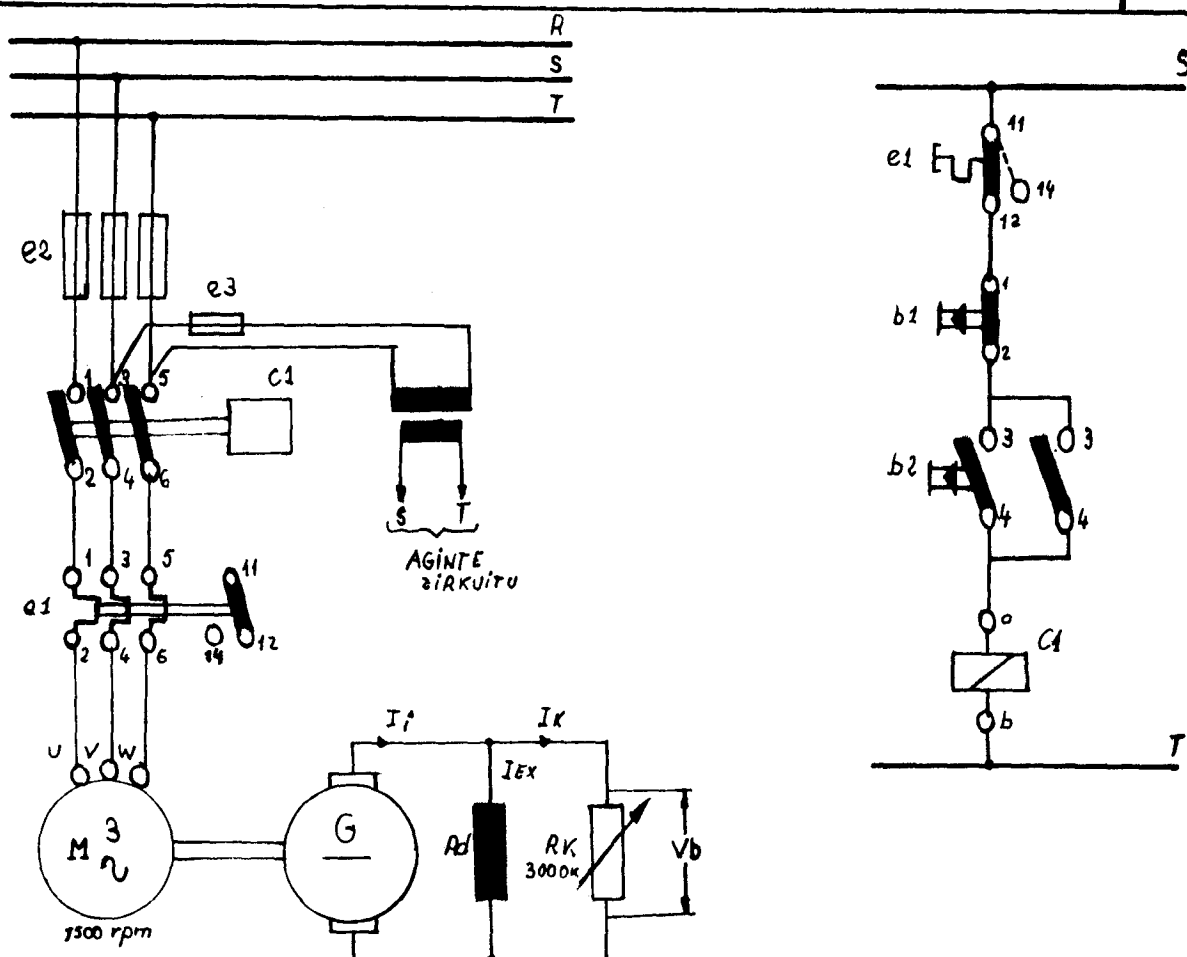


K U R B A K



E S K E M A

T 15



Kargako ezaugarria:Makinaren alderdi egonkorra.

Ik	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5
vb	207	198	190	180	170	160	150	140	135	110
Iex.	0,7	0,66	0,62	0,59	0,55	0,52	0,48	0,44	0,40	0,34
E	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220
ΔU	13	22	30	40	50	60	70	80	85	110
$r_{e.Ii}$	9	12,4	16	19,4	22,8	26,4	30	33,3	36,7	40,4
ε	4	11,6	14	20,6	27,2	33,6	40	46,6	48,2	70
Pt	104	198	285	360	425	480	525	560	607	550
μ	0,94	0,9	0,86	0,81	0,77	0,72	0,68	0,63	0,61	0,50

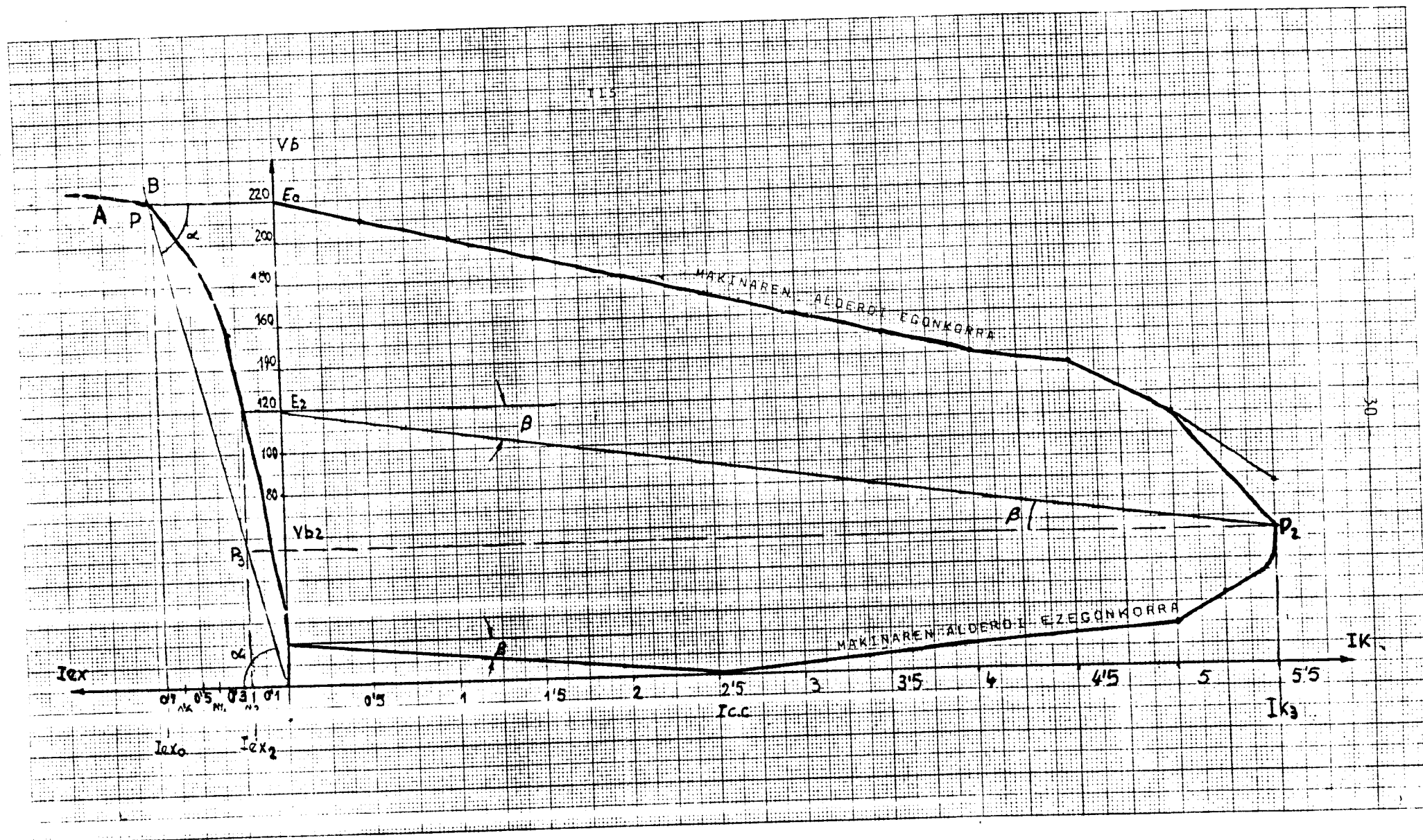
Kargako ezaugarria:Makinaren alderdi ezegonkorra.

Ik	5,5	5	4,5	2,5
Vb	65	20	17	0

Icc: 2,5A.

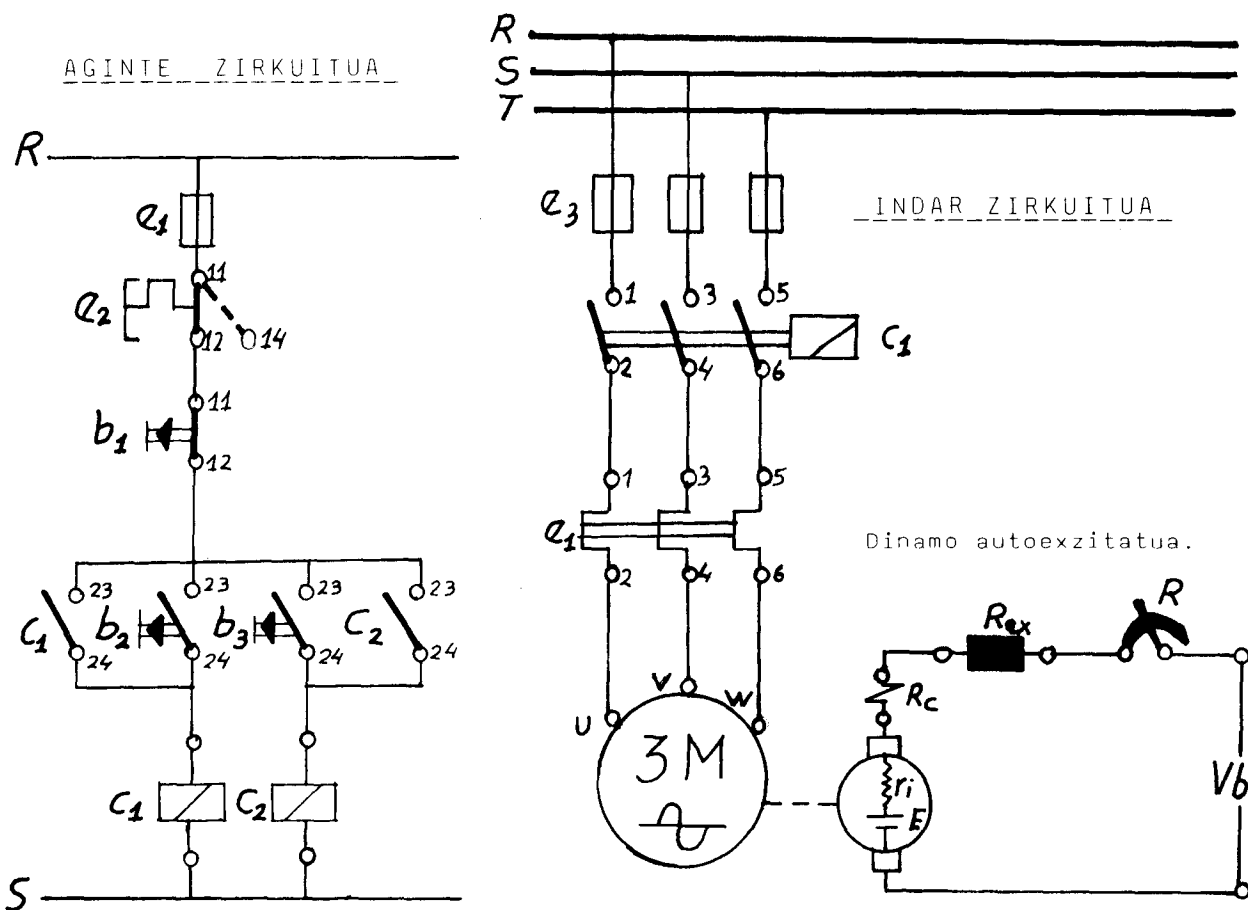
Hutseko ezaugarria.

E_0	20	75	118	160	185	200	210	220
$I_{ex.}$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7

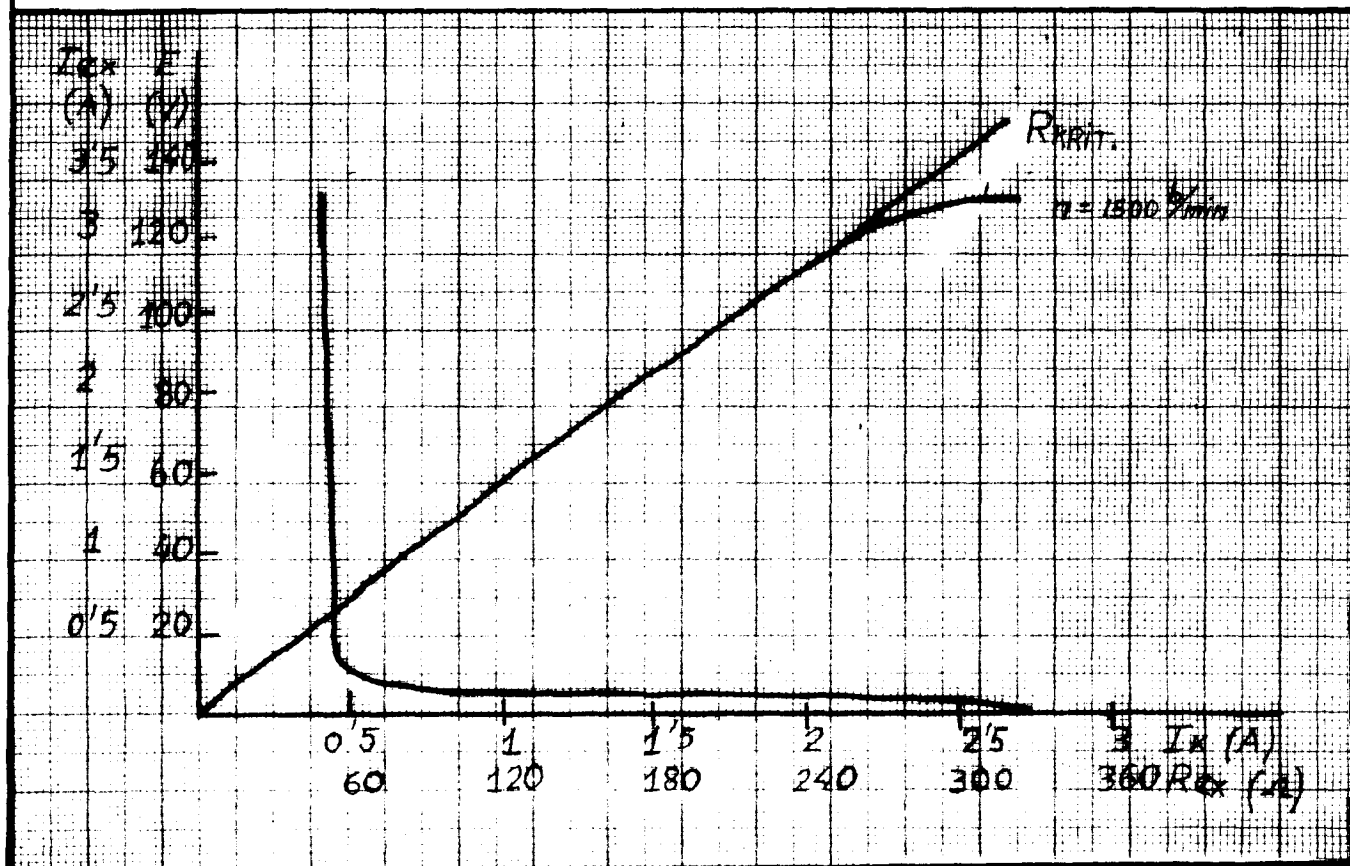


E S K E M A

T16

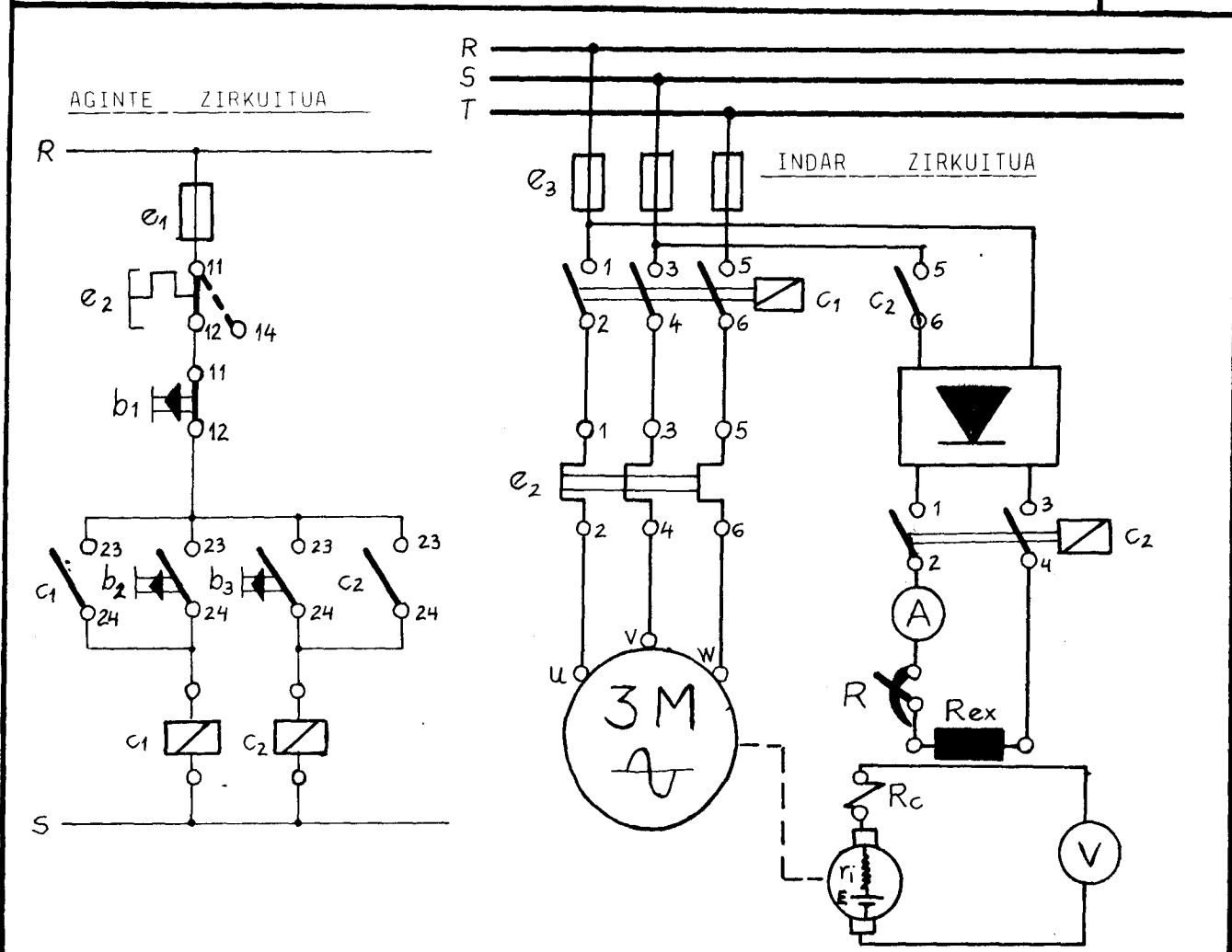


K U R B A K

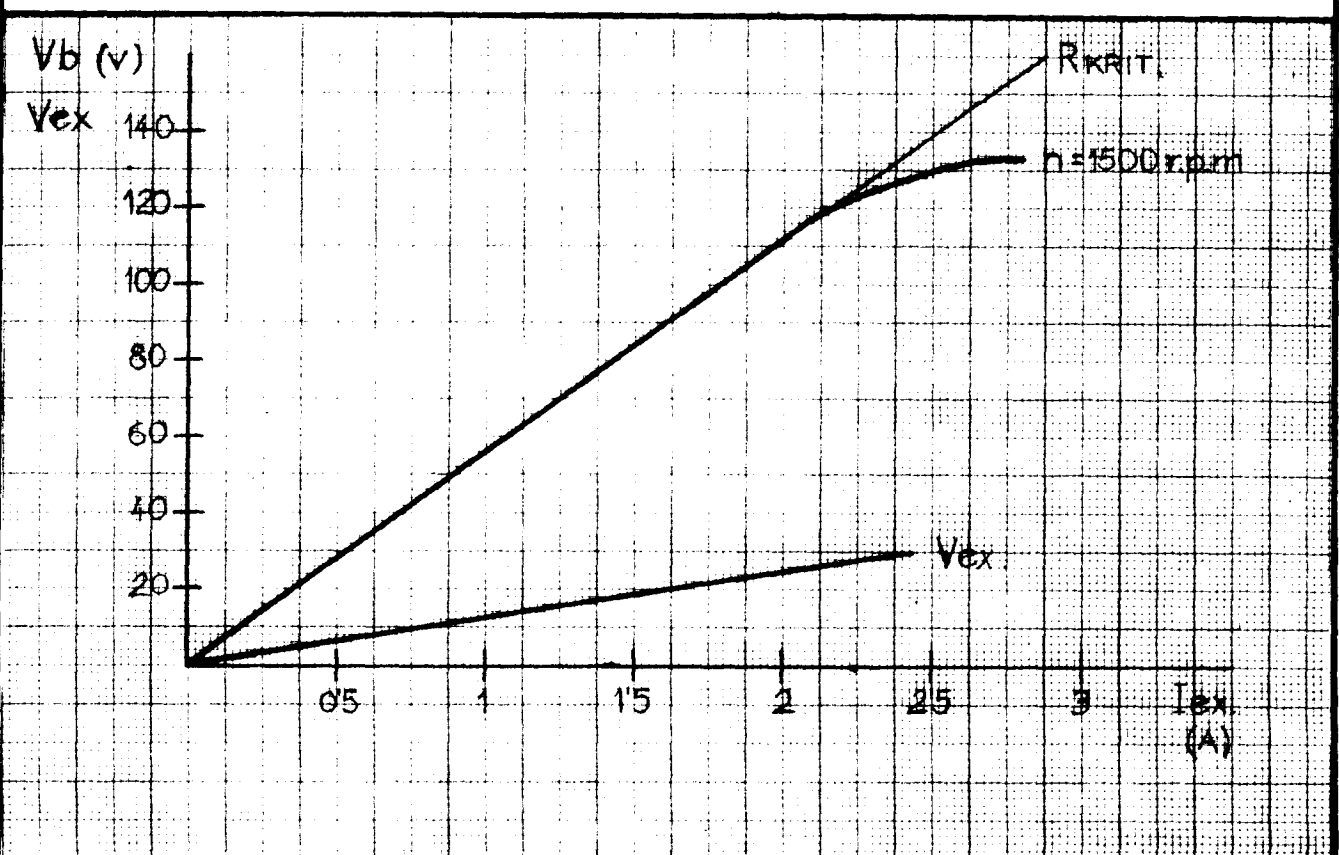


E S K E M A

T17

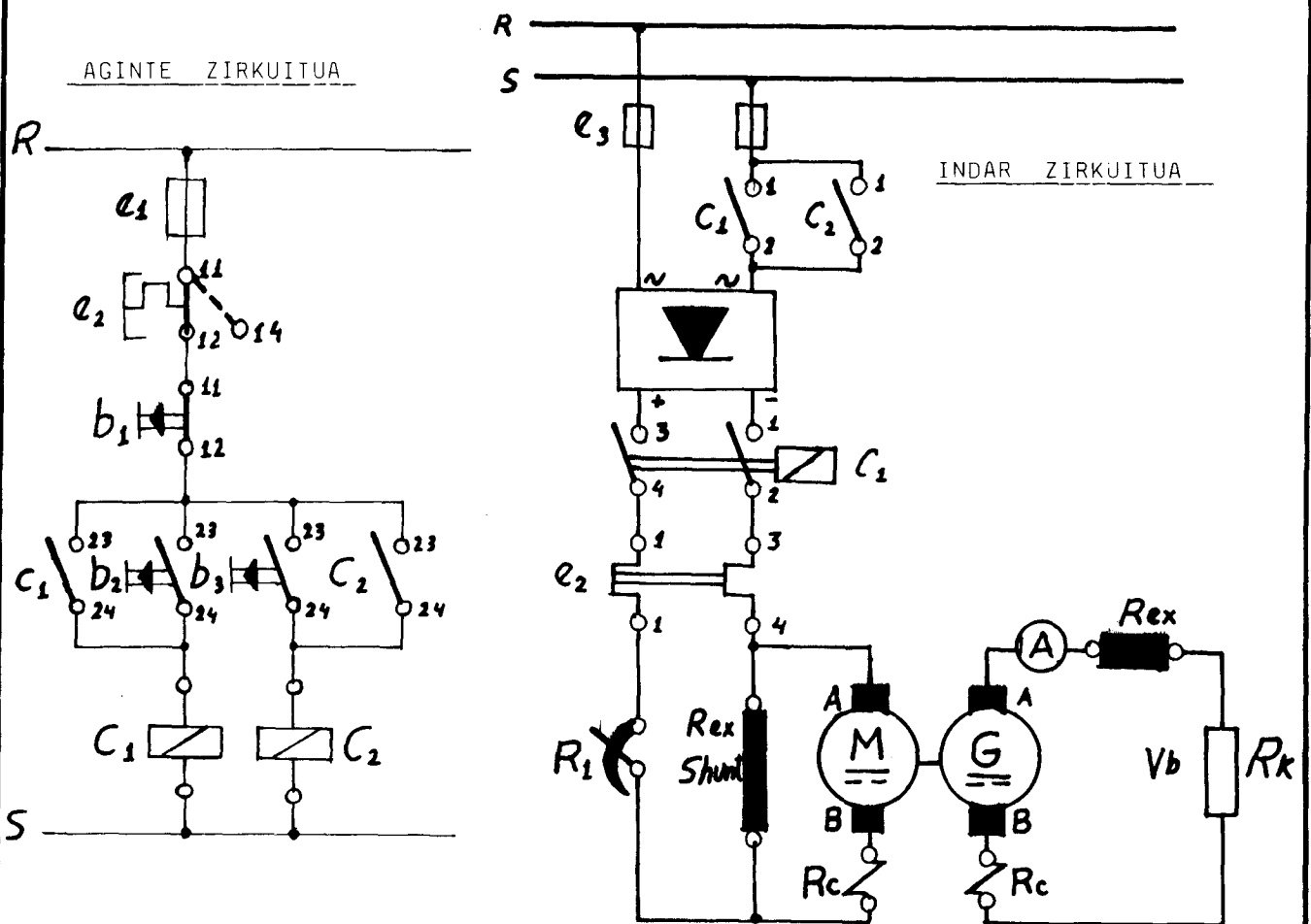


K U R B A K

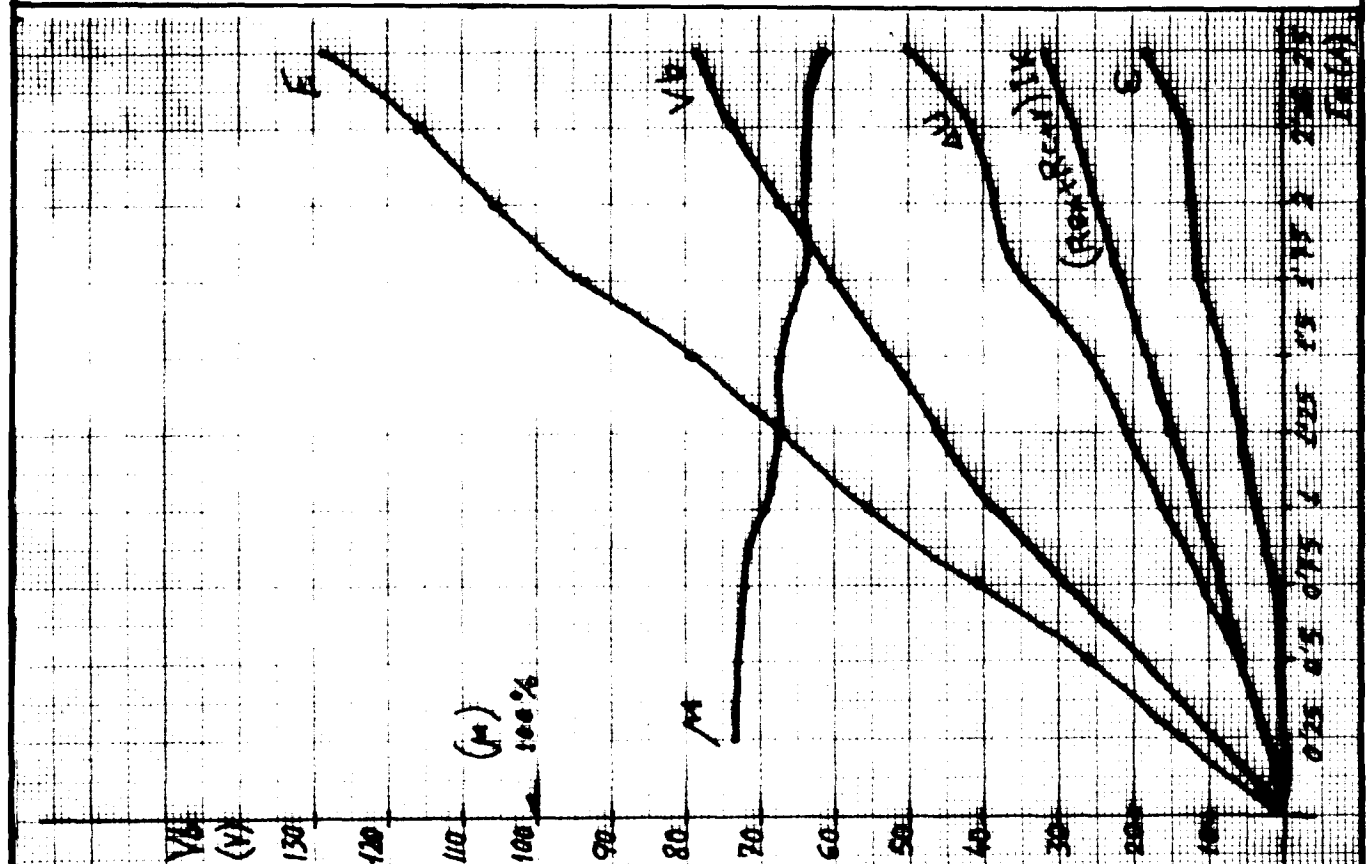


ESKEMA

T18



KURBAK

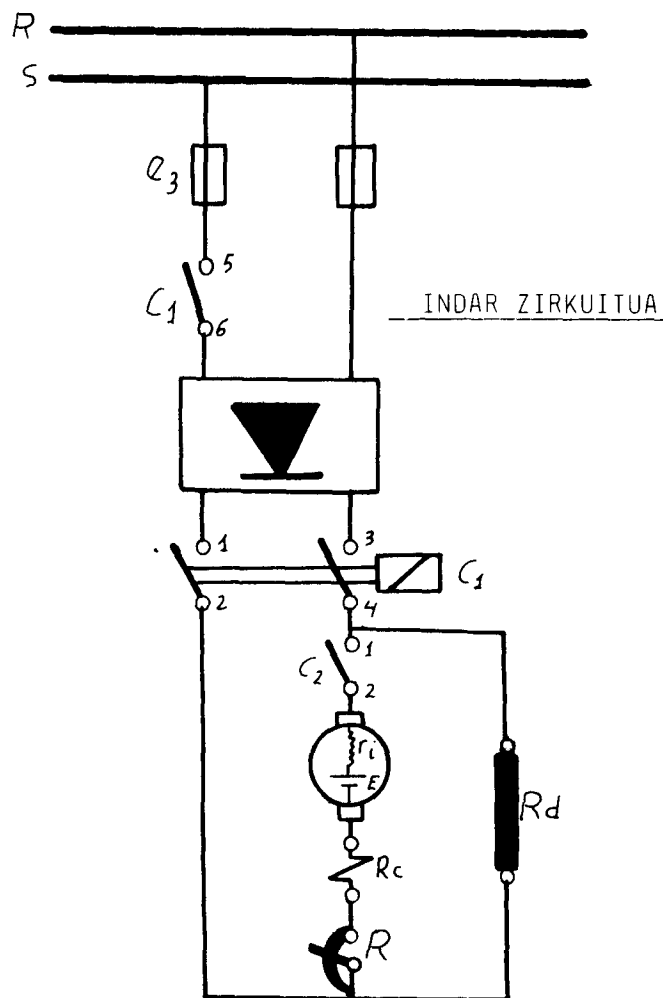
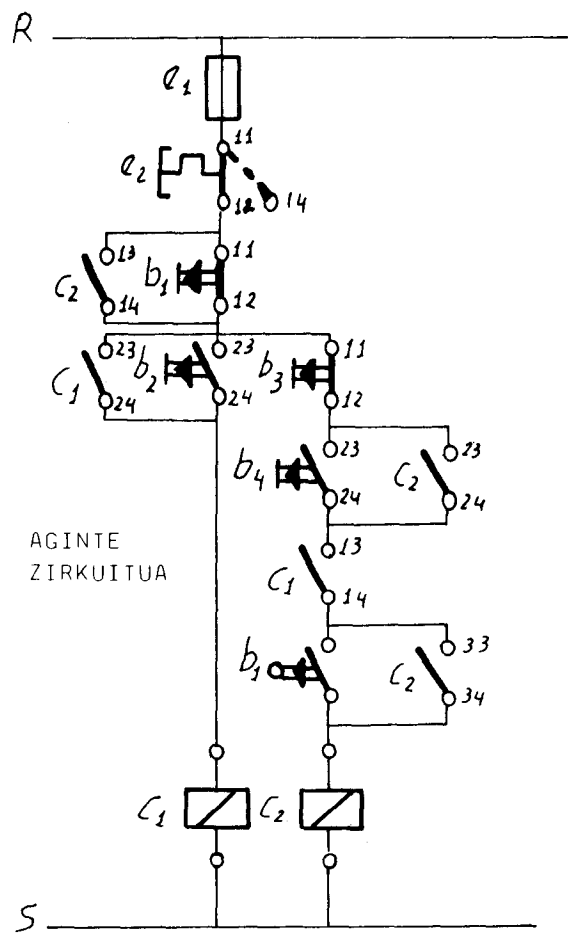


K O R R O N T E Z U Z E N E K O

M O T O R E A K

E S K E M A

T19

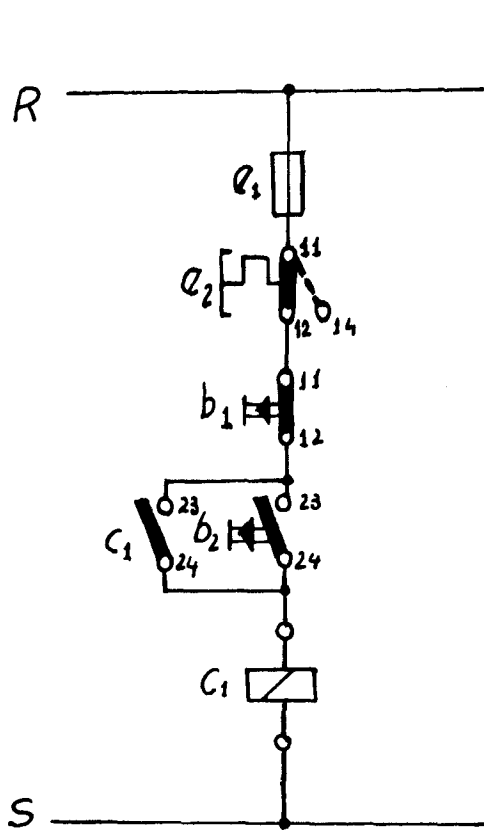


K O N K L U S I O A K

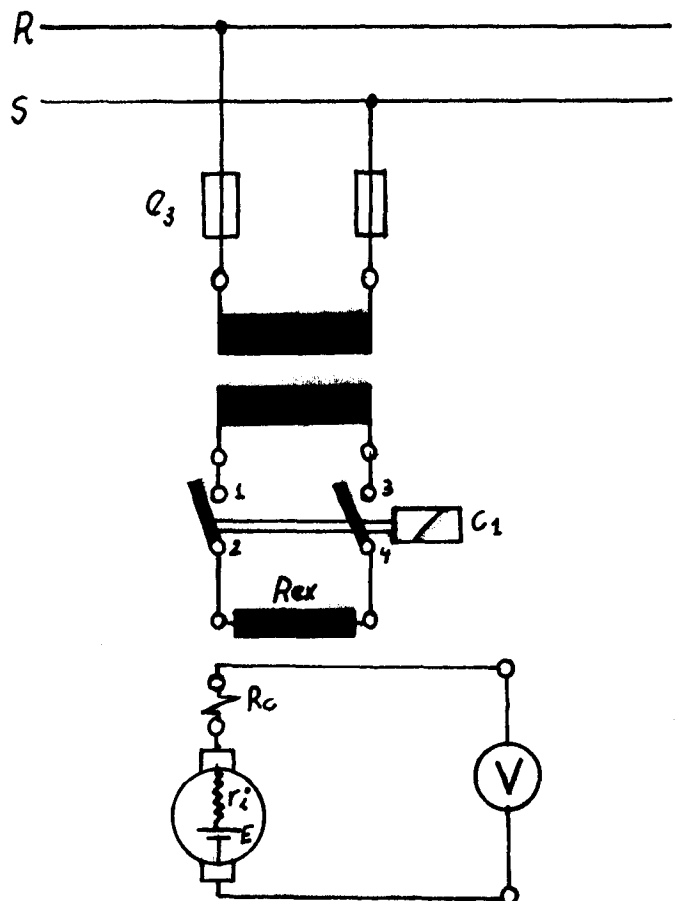
E S K E M A

T20

AGINTE ZIRKUITUA



INDAR ZIRKUITUA

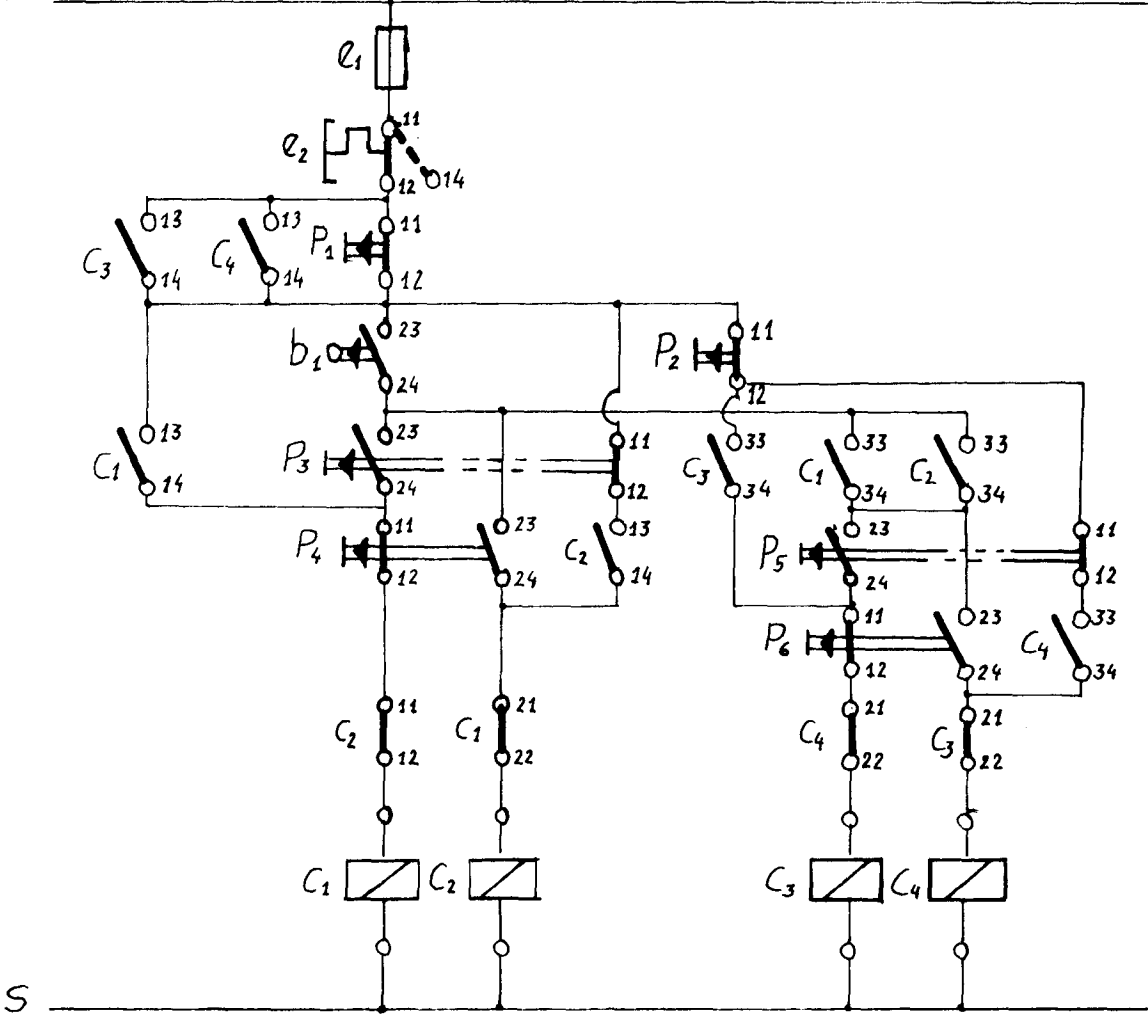


K O N K L U S I O A K

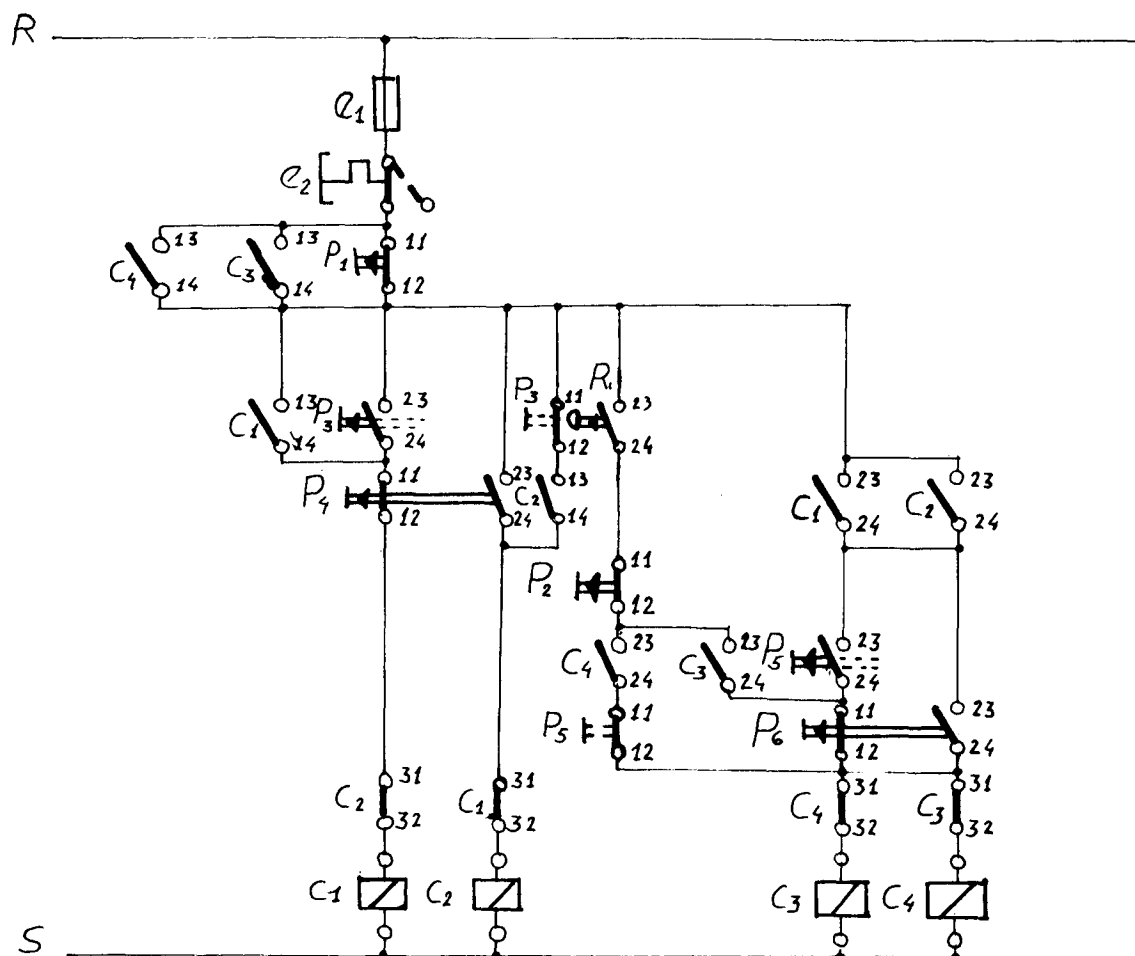
Induzituak, transformadore baten sekundario bezala jo-
katzen du. Ikatzek sekundario hau bi zatitan banatzen
dute. Orduan ikatzak ardatz neutroan badaude, zati horie-
tako bakoitzak espira kopuru berdina izango du eta be-
raz zati hoietan induzitzen diren indar elektroeragile-
aren balioak berdinak eta elkarren kontrakoak izango-
dira. Horrela, V boltmetruak zero markatuko du.

Ikatzak ardatz neutrotik aldatzen baditgu, zati batean
espira kopuru haundiagoa izango dugu bestean baino eta
beraz, bi indar elektroeragileen arteko diferentzia
ez da zero izango eta boltmetruak hain zuzen ere diferentzia ho-
ri adieraziko du.

R AGINTE ZIRKUITUA :1.alternatiba.



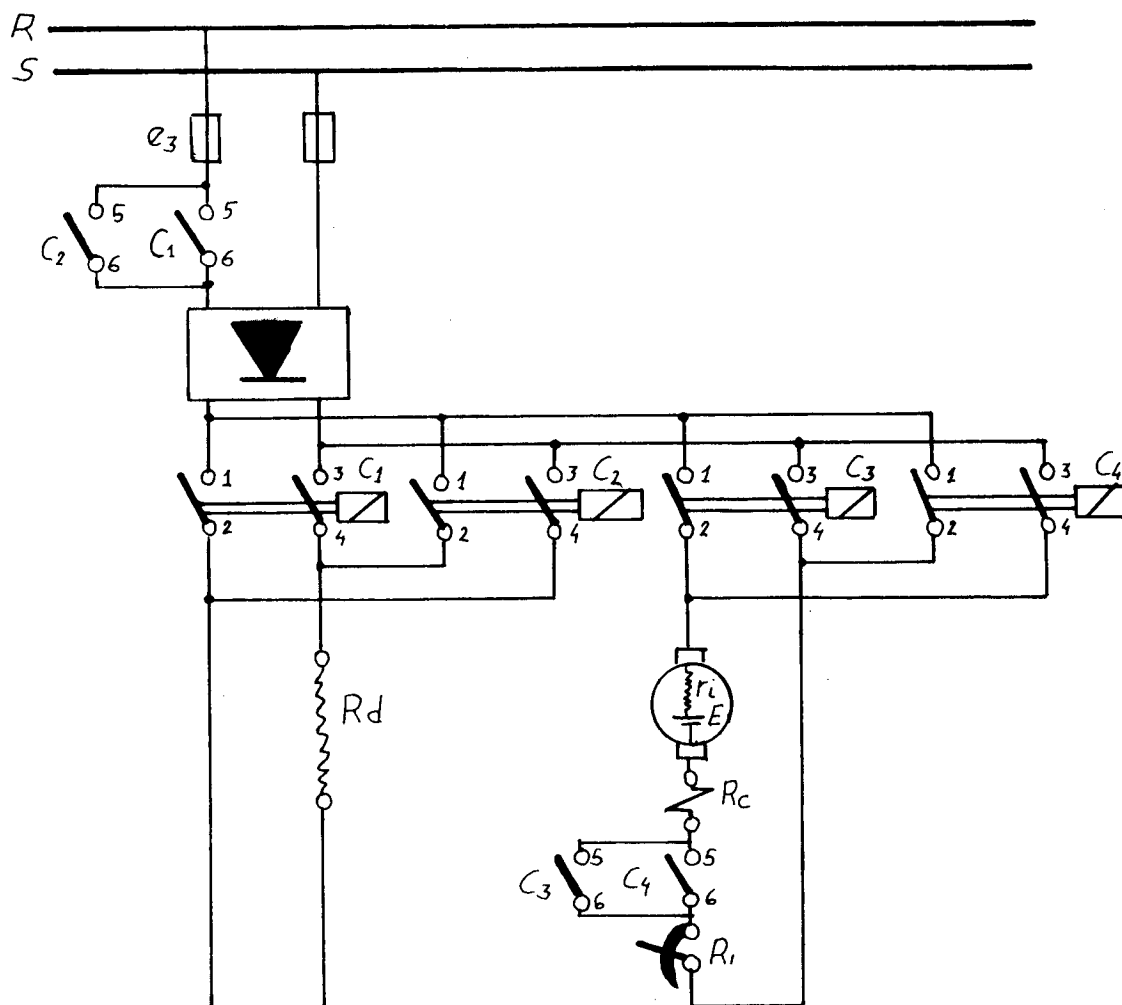
AGINTE ZIRKUITUA:2. alternatiba.



E S K E M A

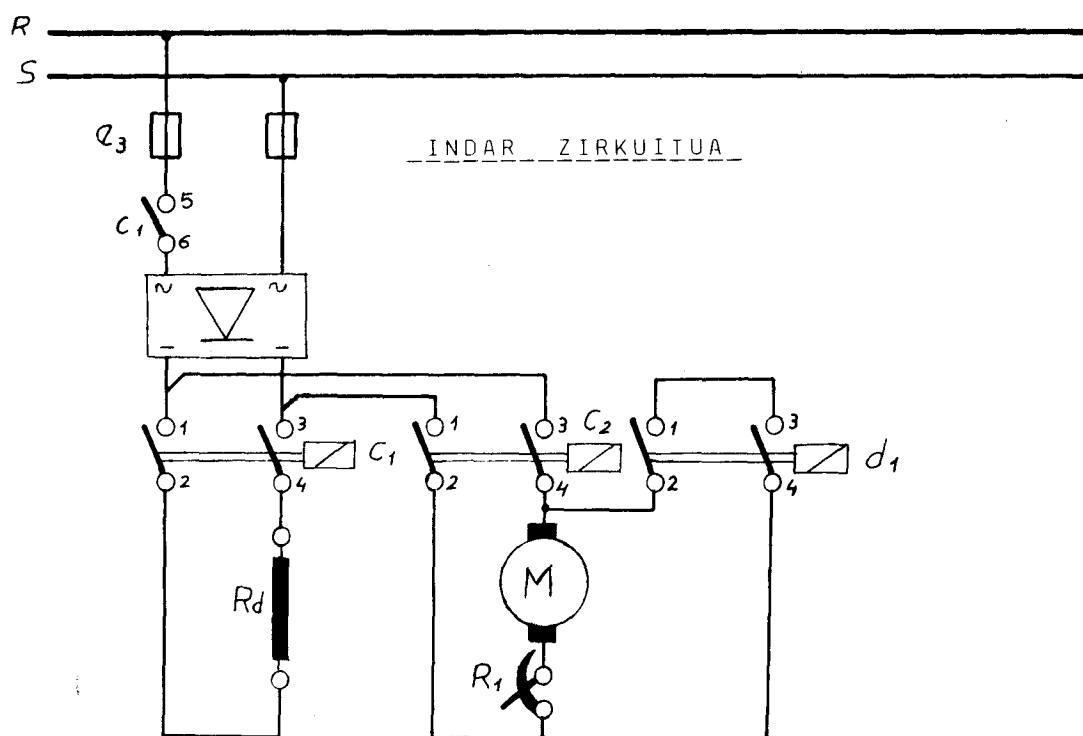
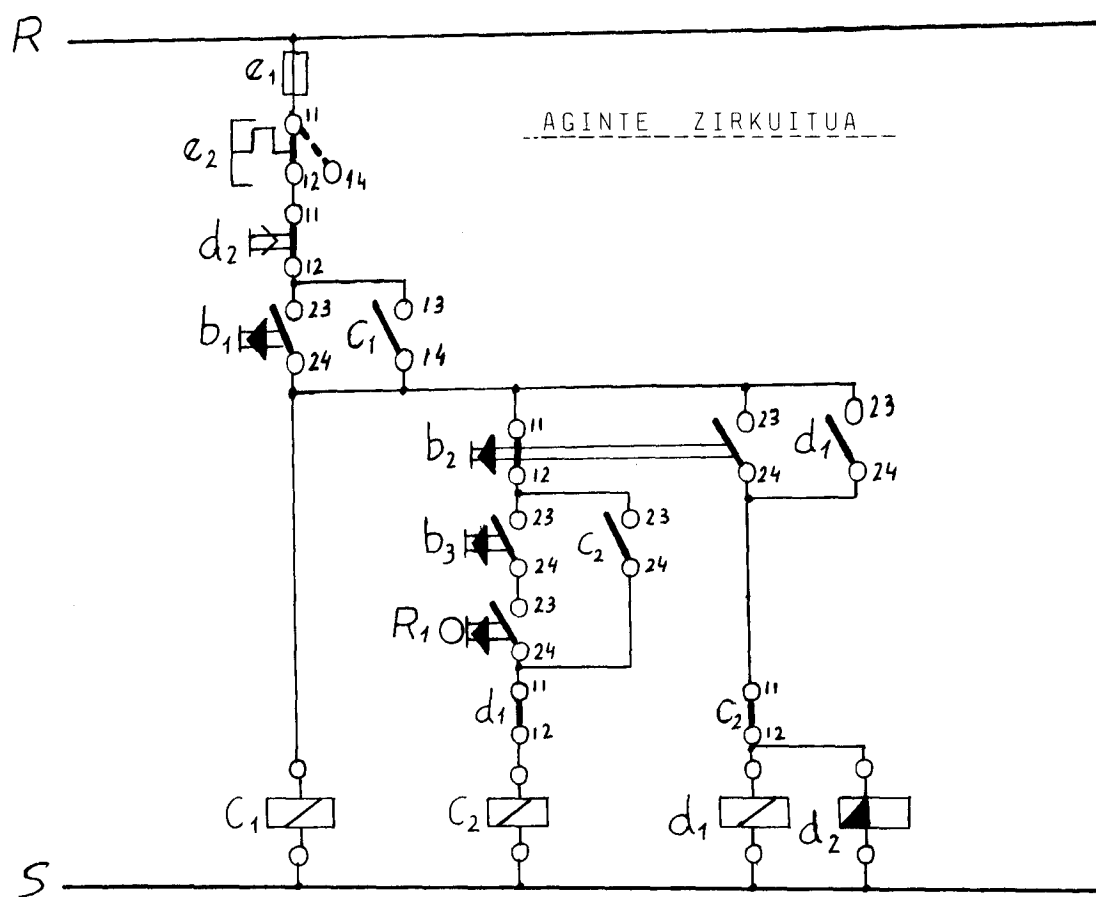
T21

INDAR ZIRKUITUA



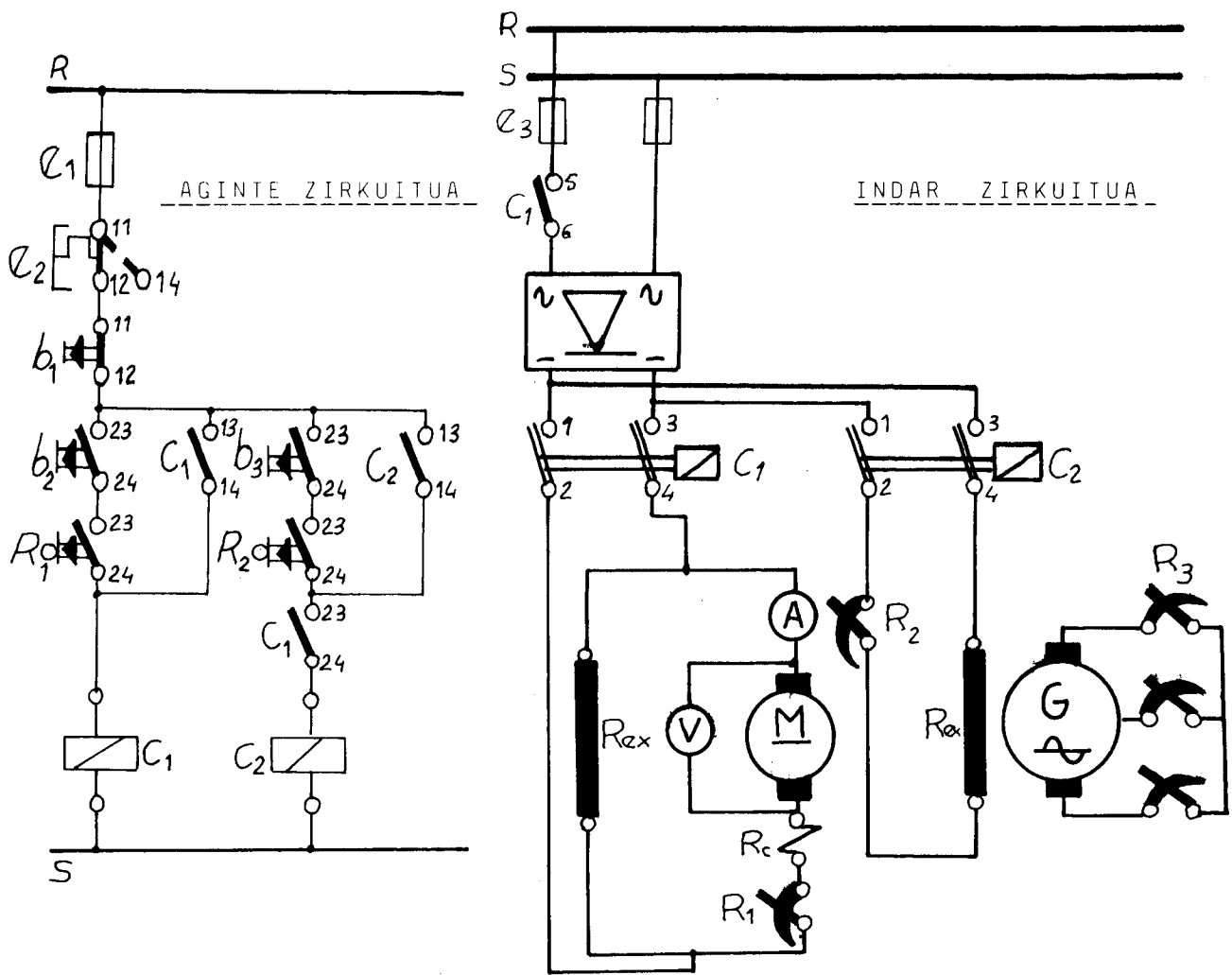
E S K E M A

T22

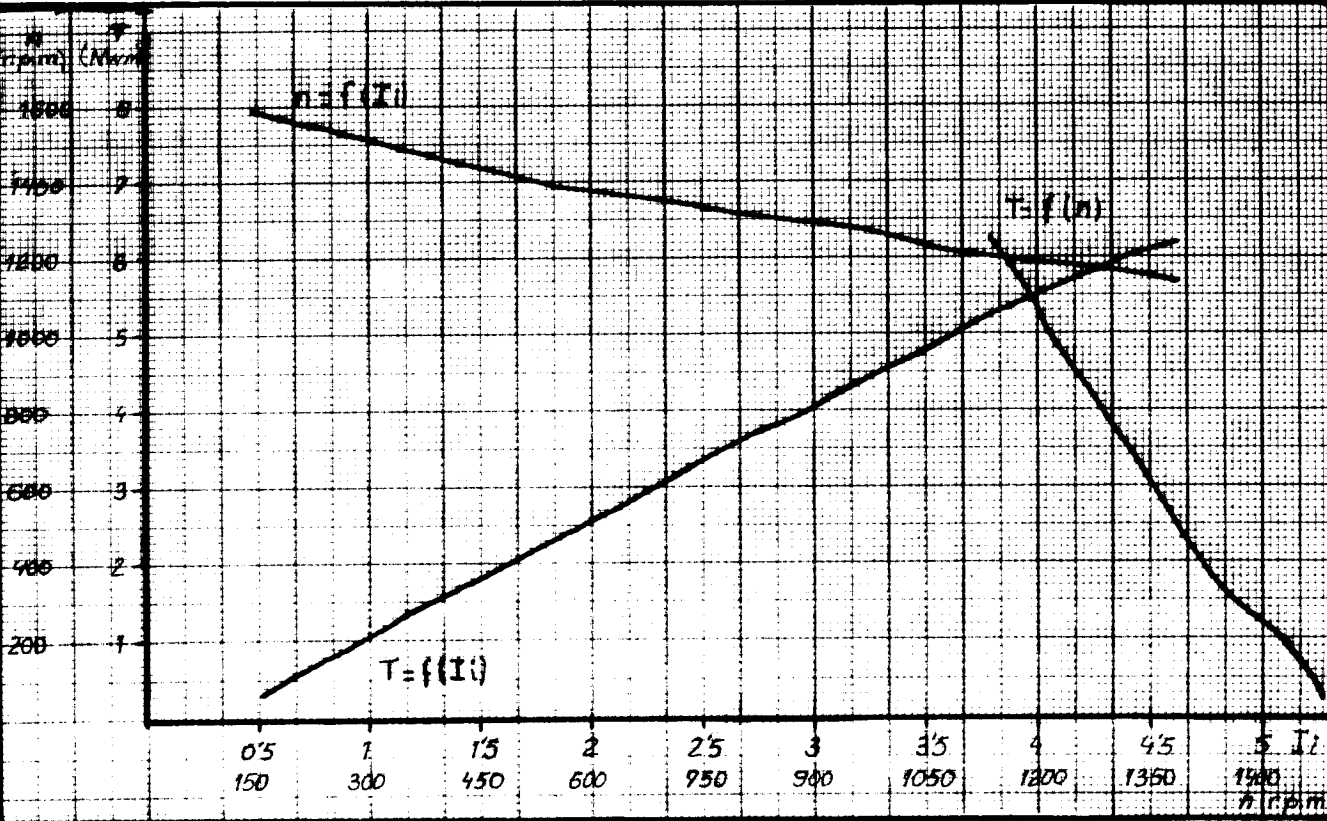


E S K E M A

T24



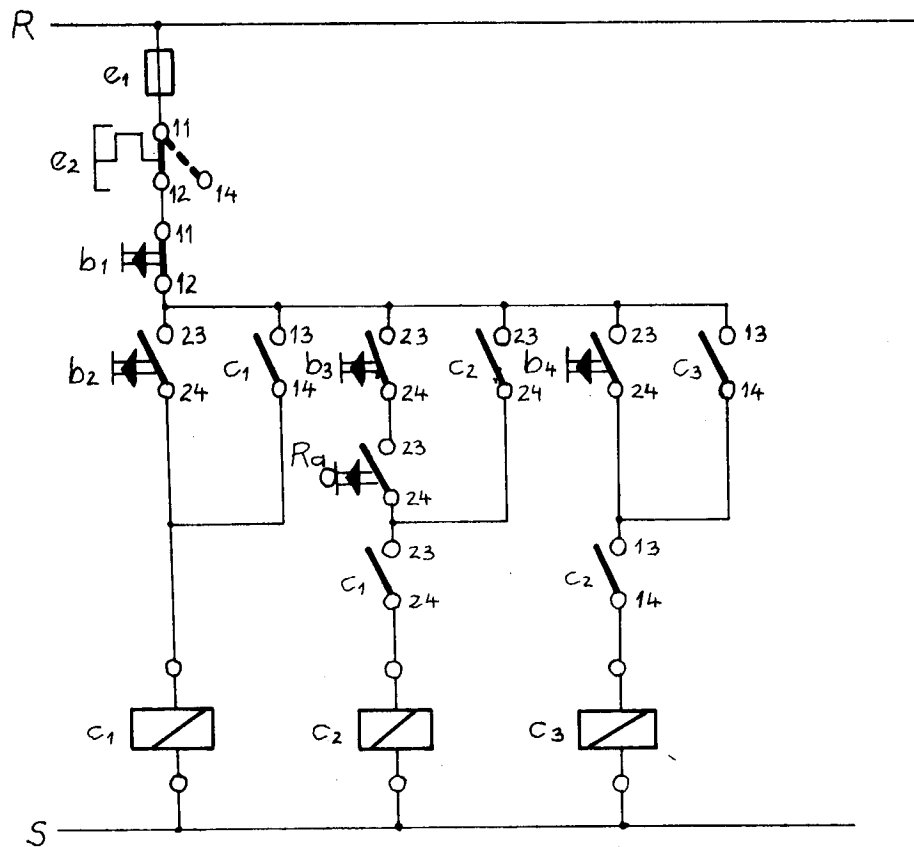
K U R B A K



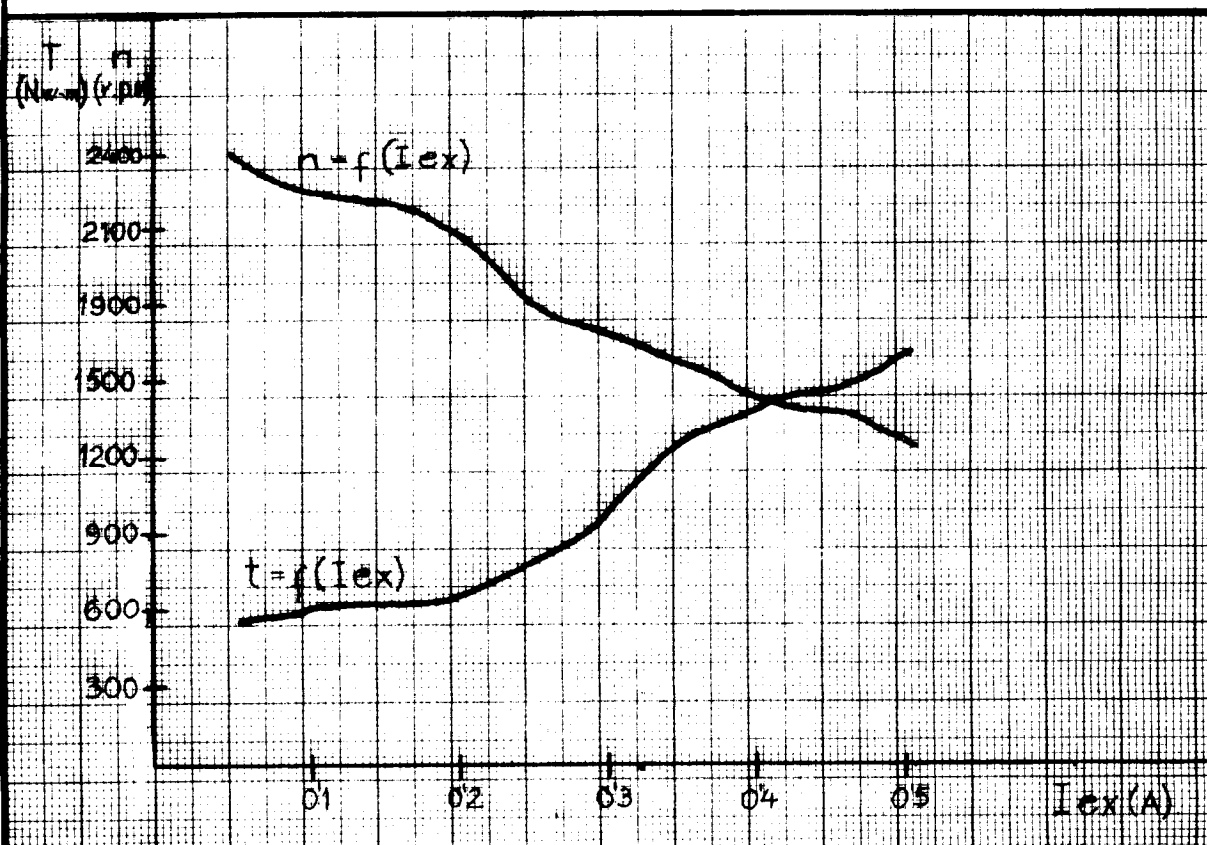
E S K E M A

T25

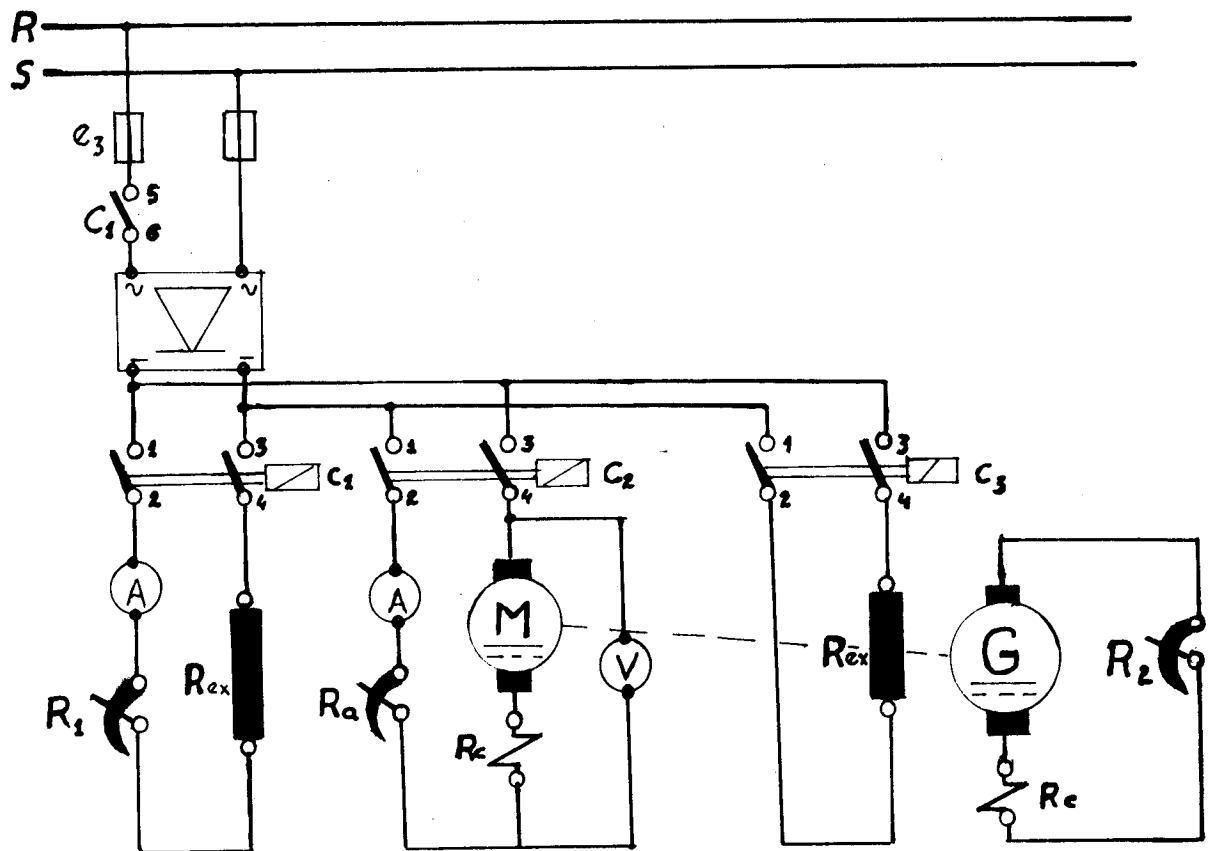
AGINTE ZIRKUITUA



K U R B A K

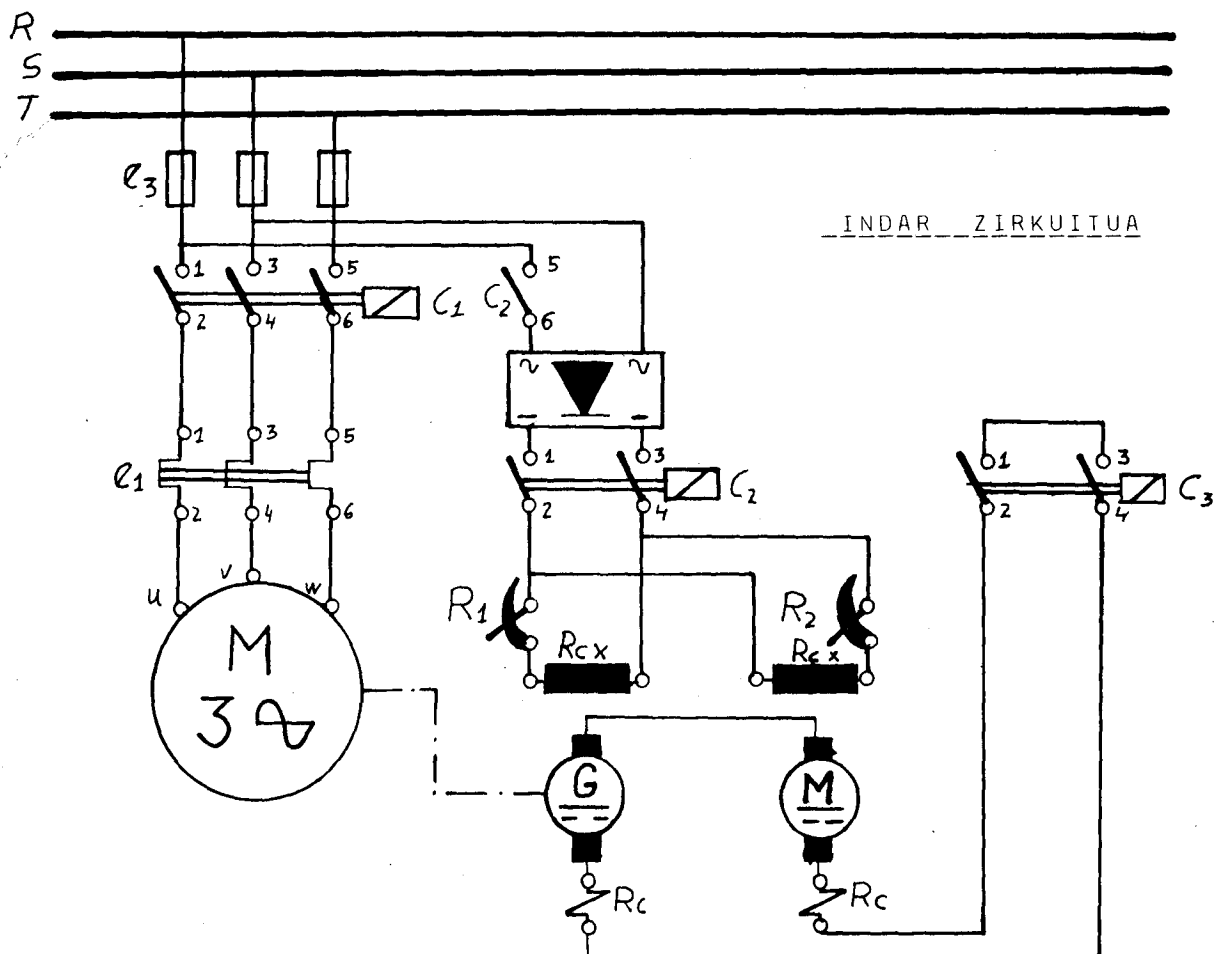
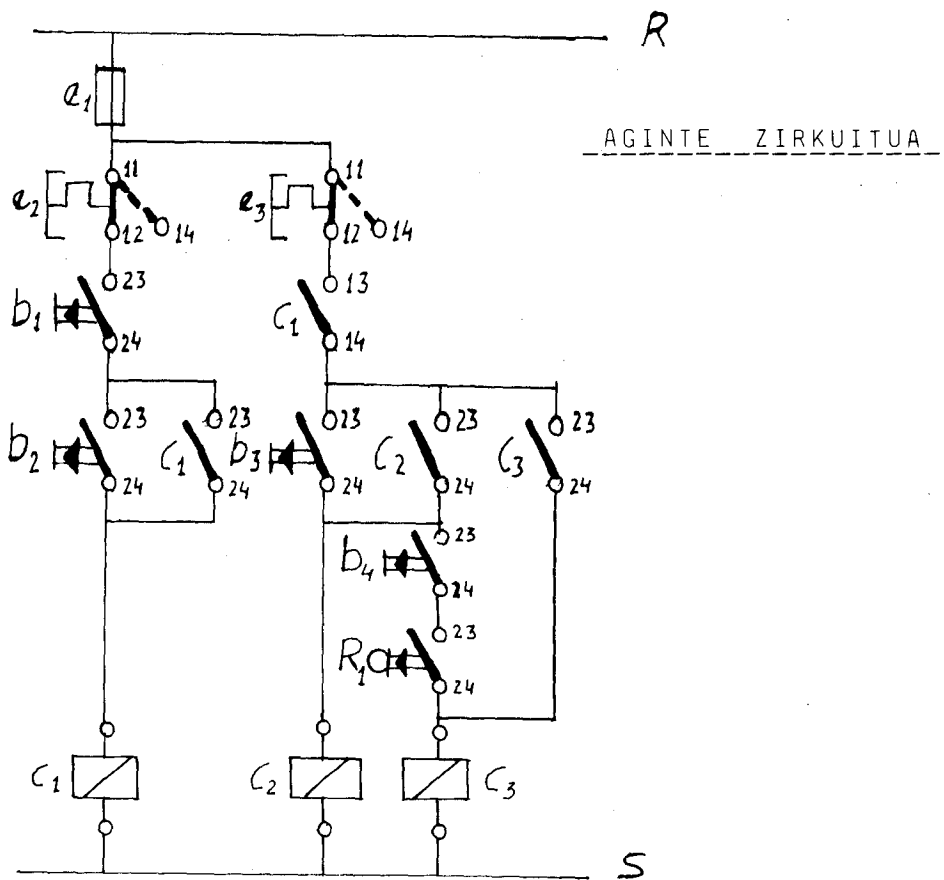


INDAR ZIRKUITUA



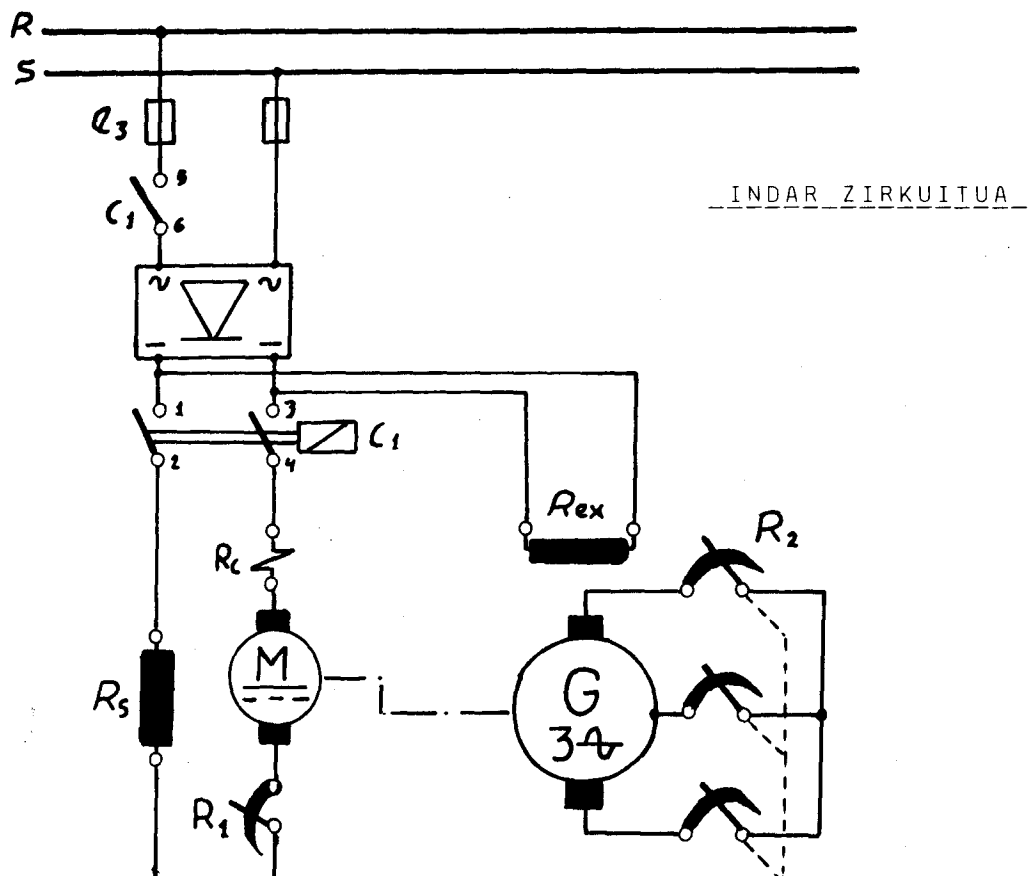
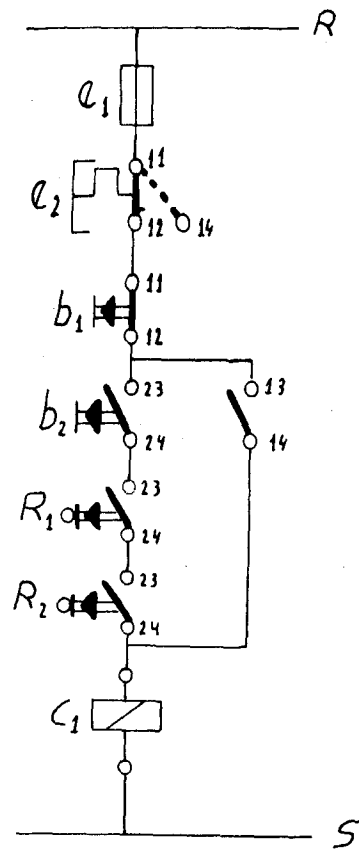
E S K E M A

T26



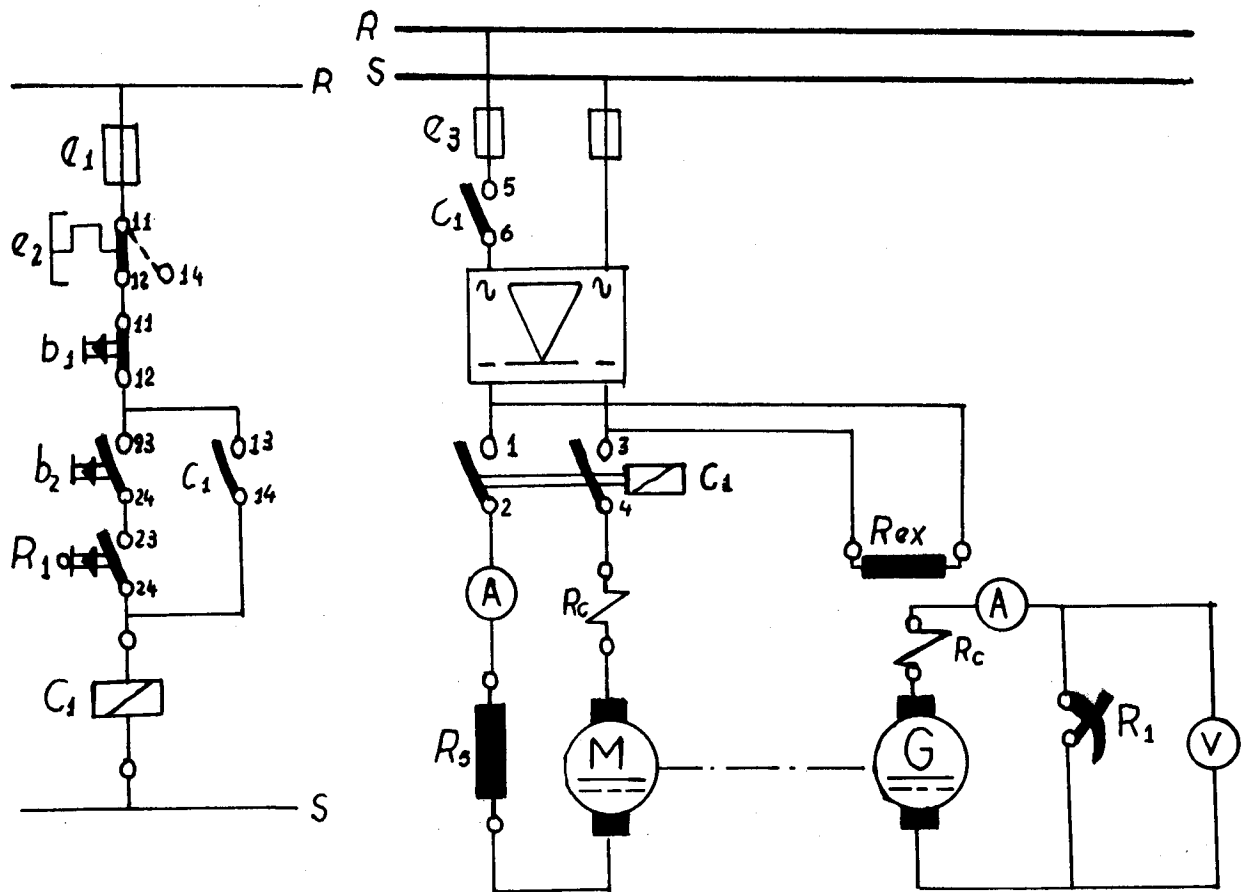
E S K E M A

T27



E S K E M A

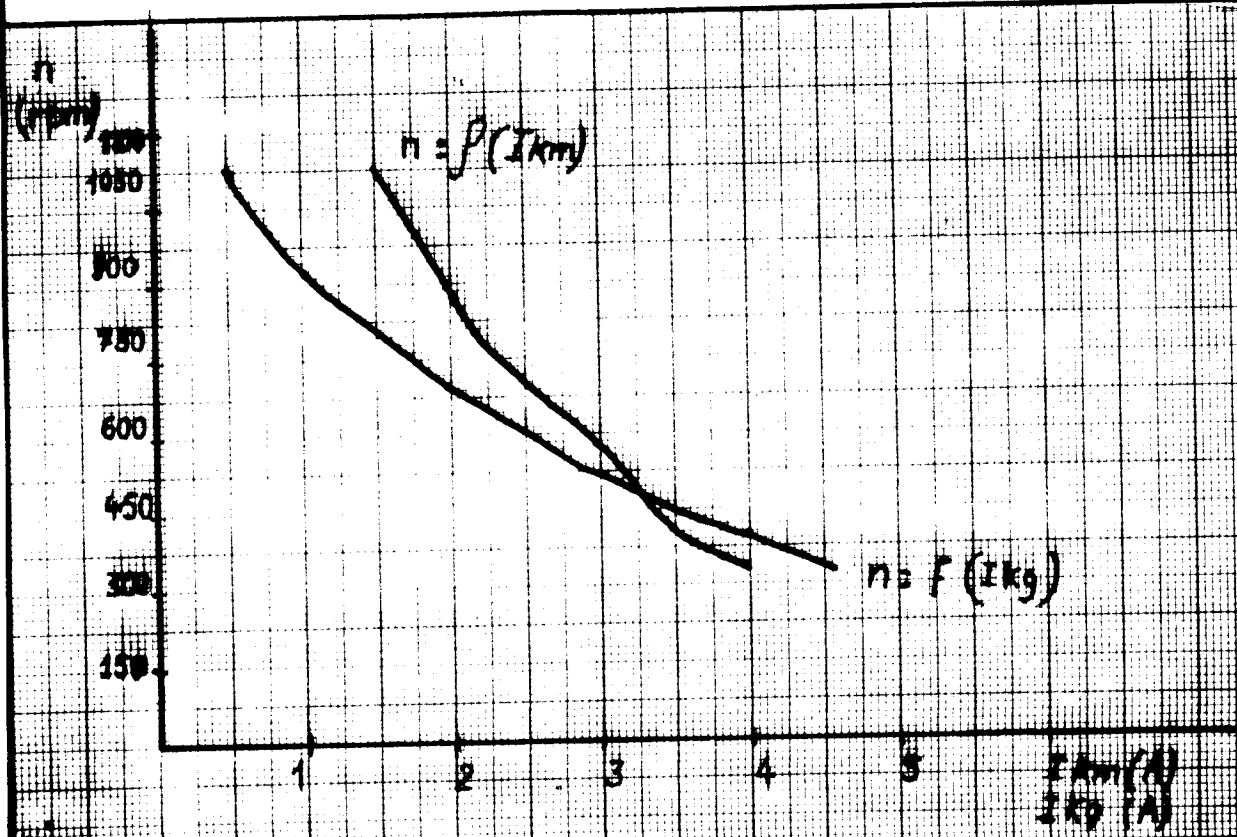
T28



AGINTE ZIRKUITUA

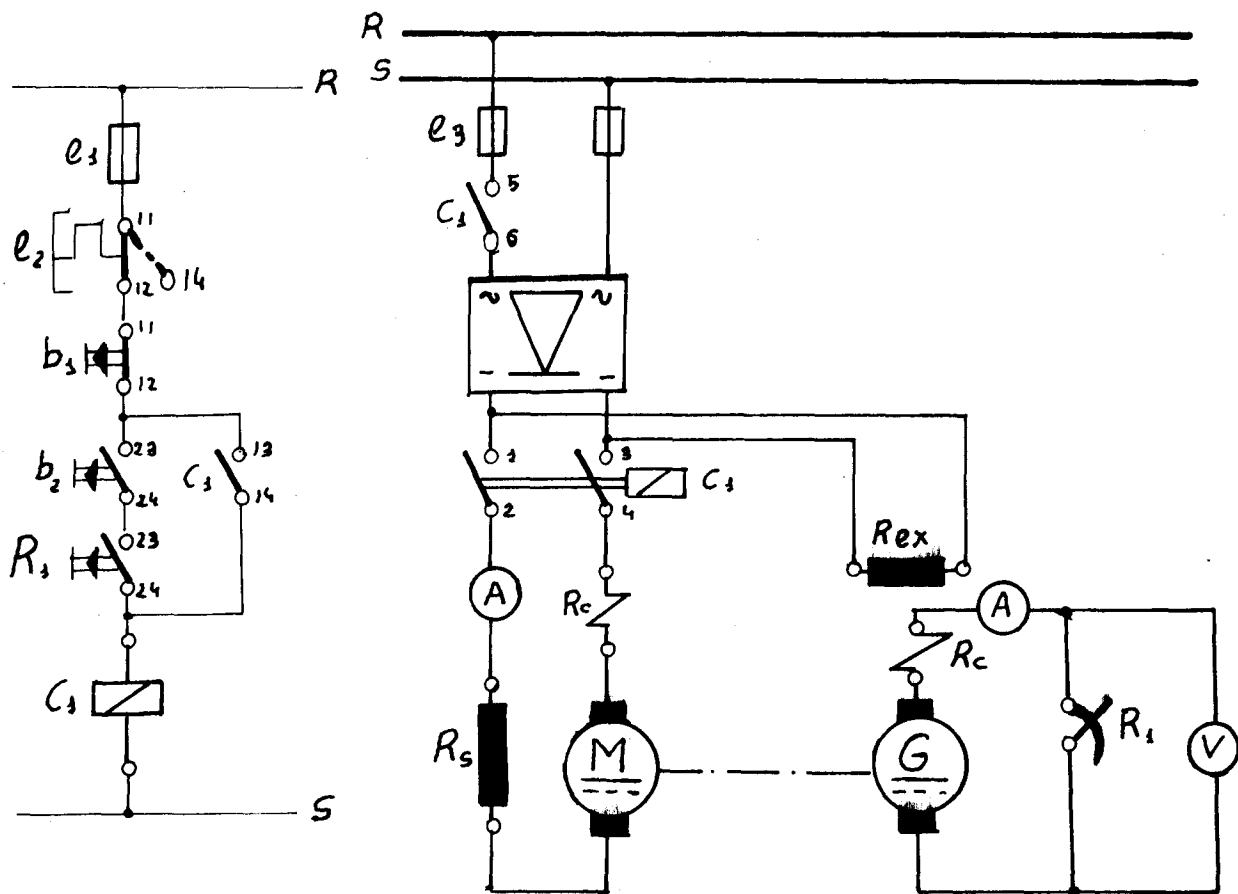
INDAR ZIRKUITUA

K U R B A K



E S K E M A

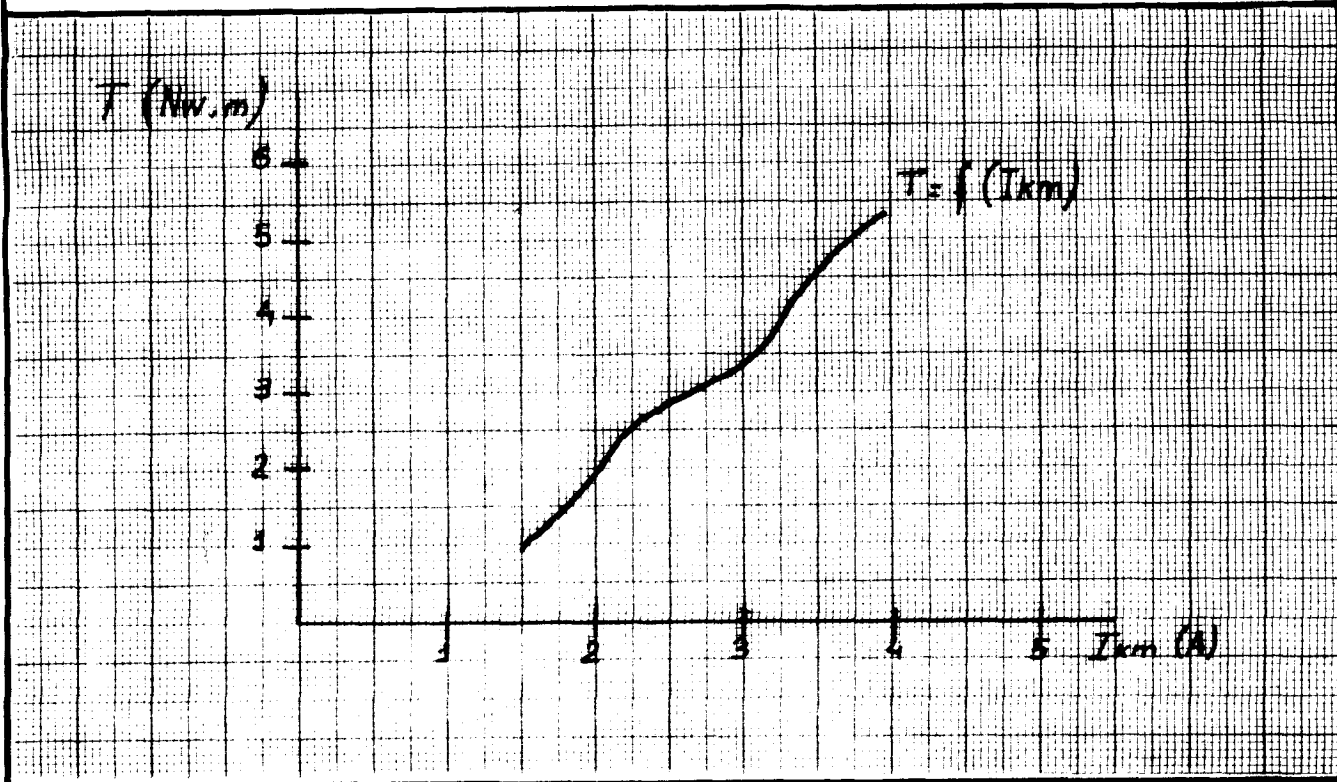
T29



AGINTE ZIRKUITUA

INDAR ZIRKUITUA

K U R B A K

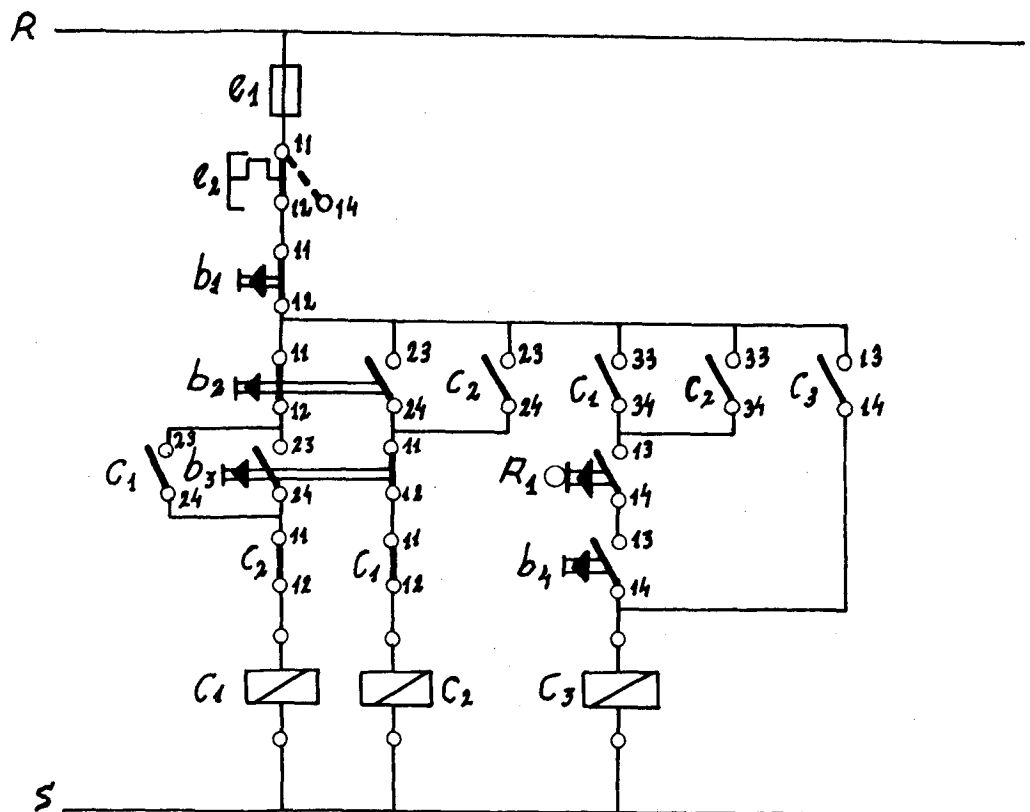


ALTERNADOREAK

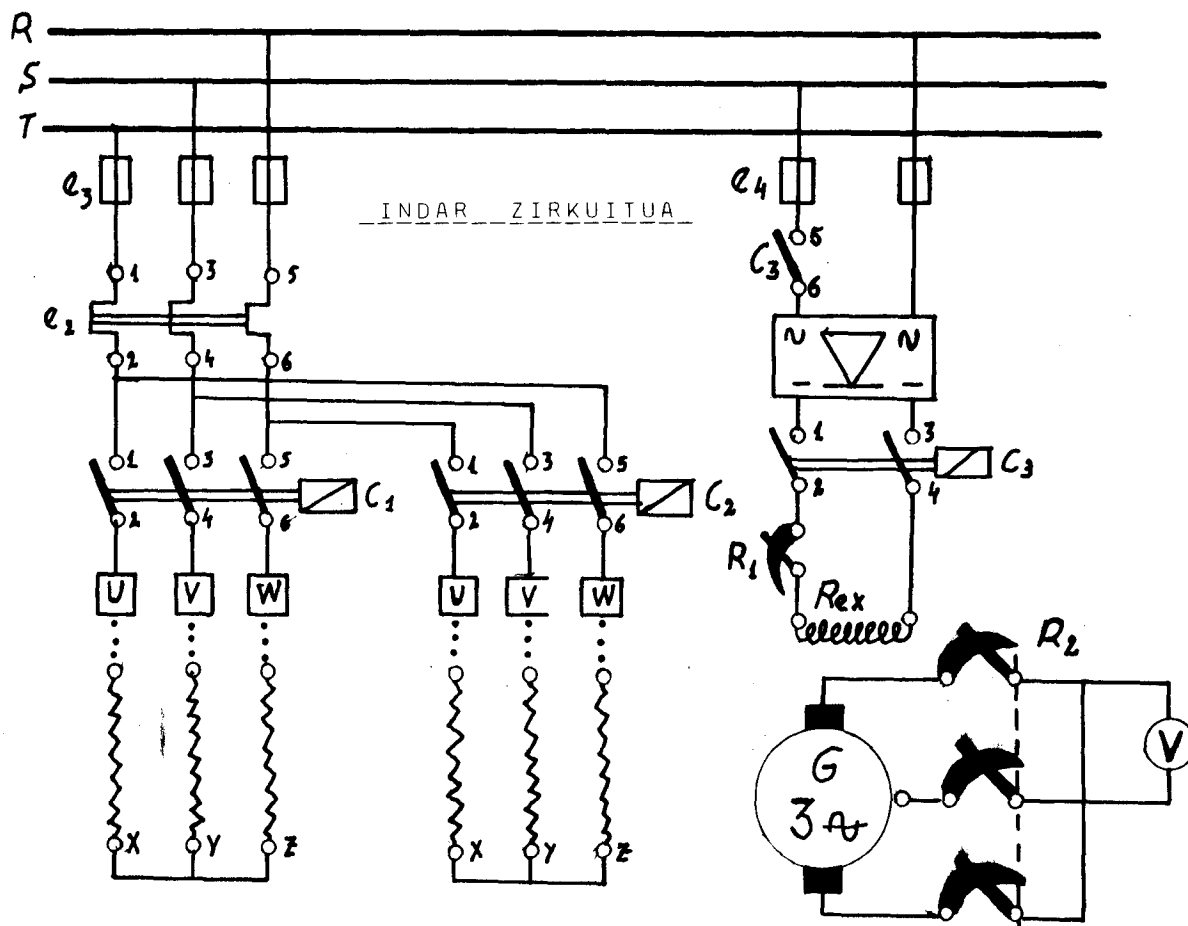
E S K E M A

T 30

AGINTE ZIRKUITUA



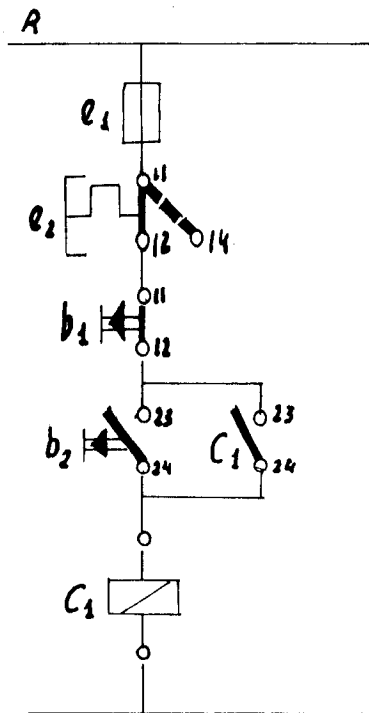
INDAR ZIRKUITUA



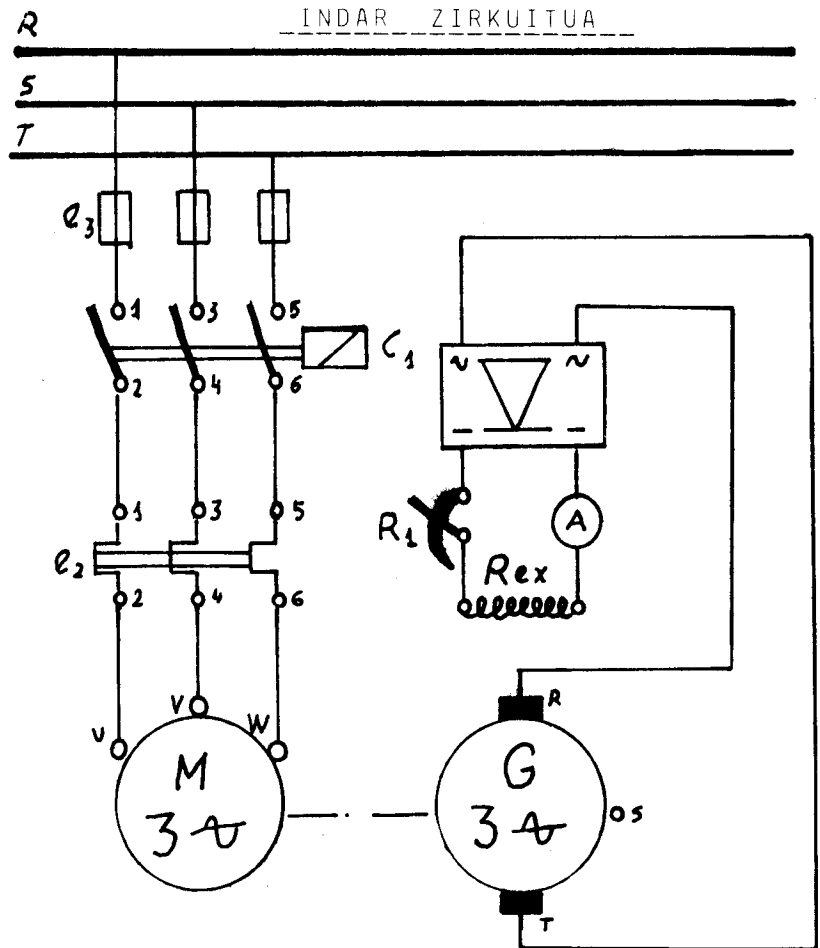
E S K E M A

T31

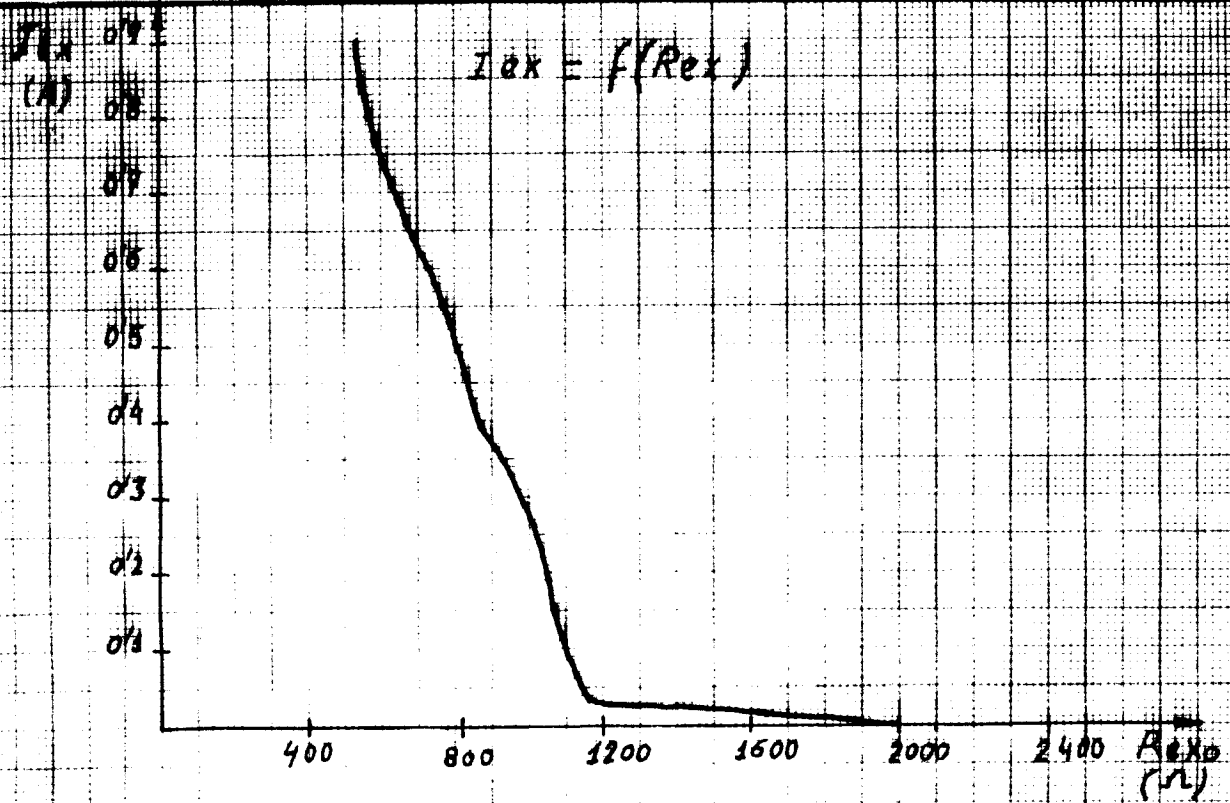
AGINTE ZIRKUITUA



INDAR ZIRKUITUA

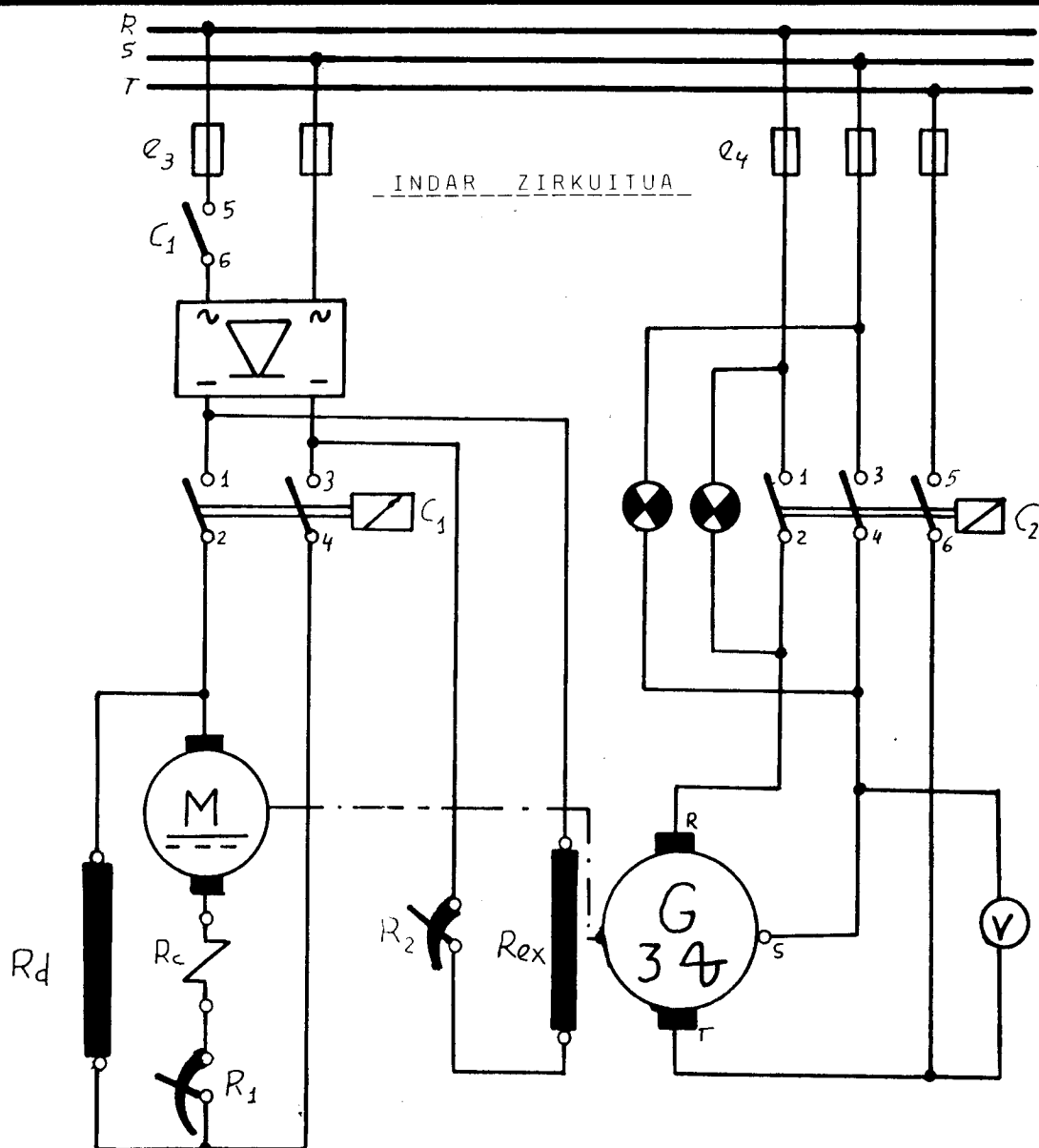
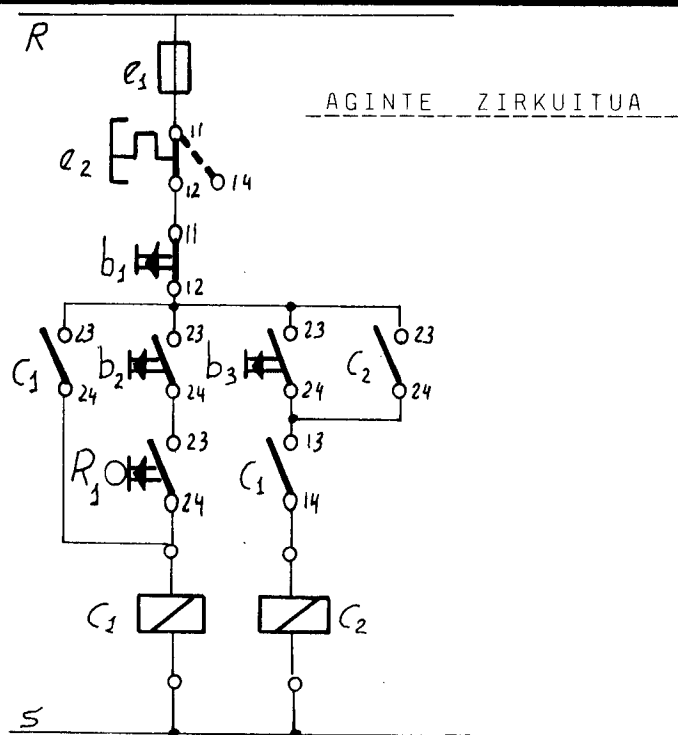


K U R B A K



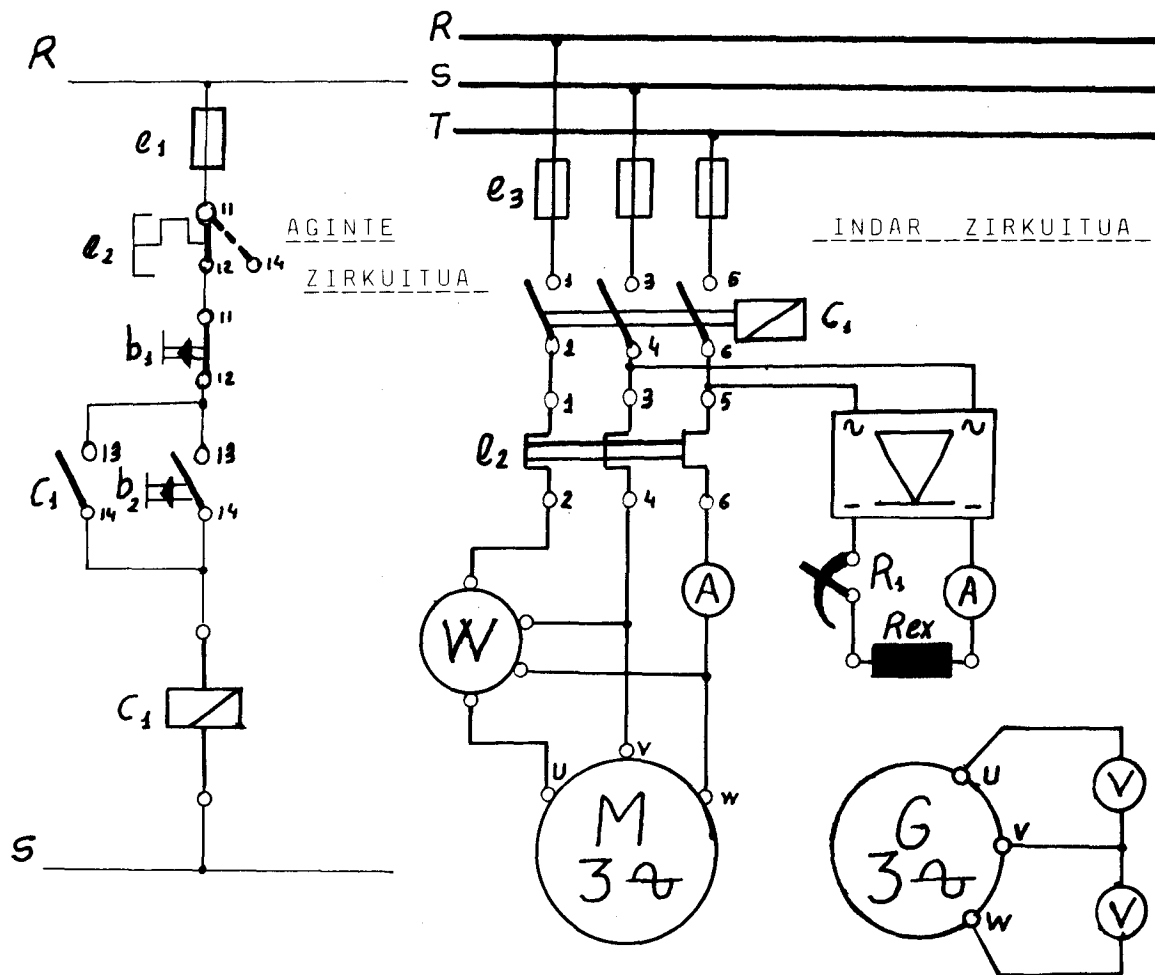
E S K E M A

T 32

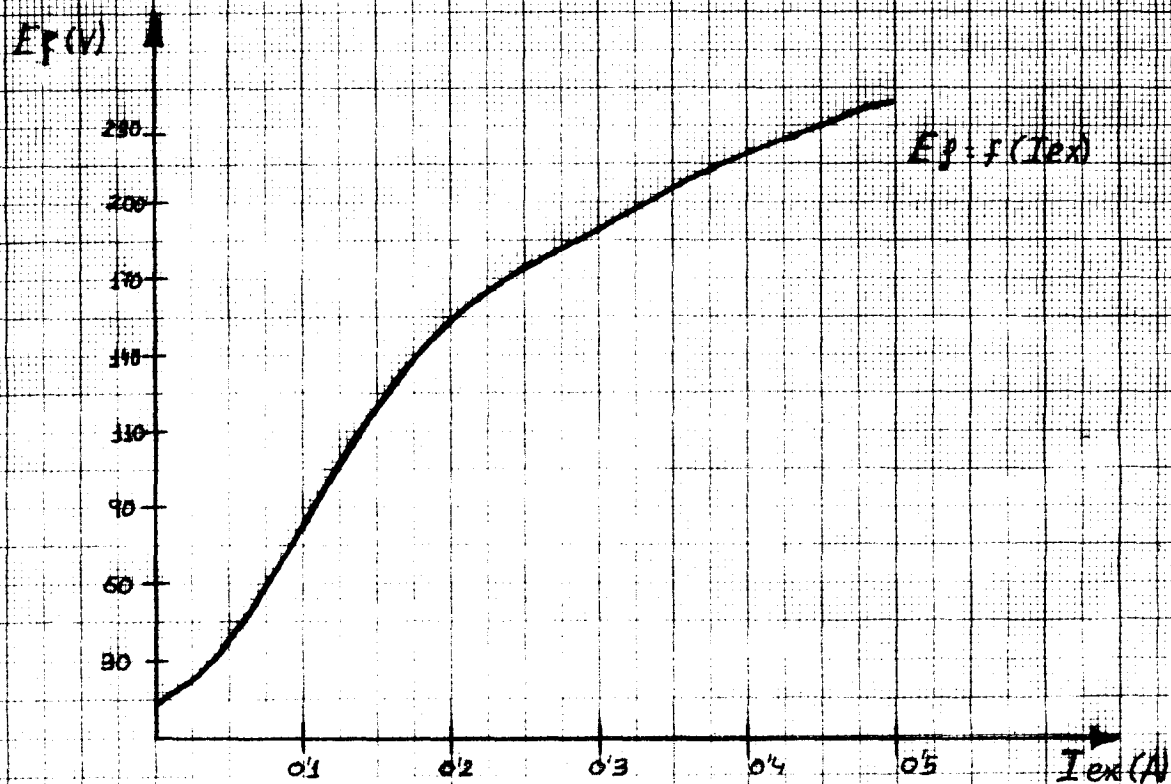


E S K E M A

T 33



K U R B A K

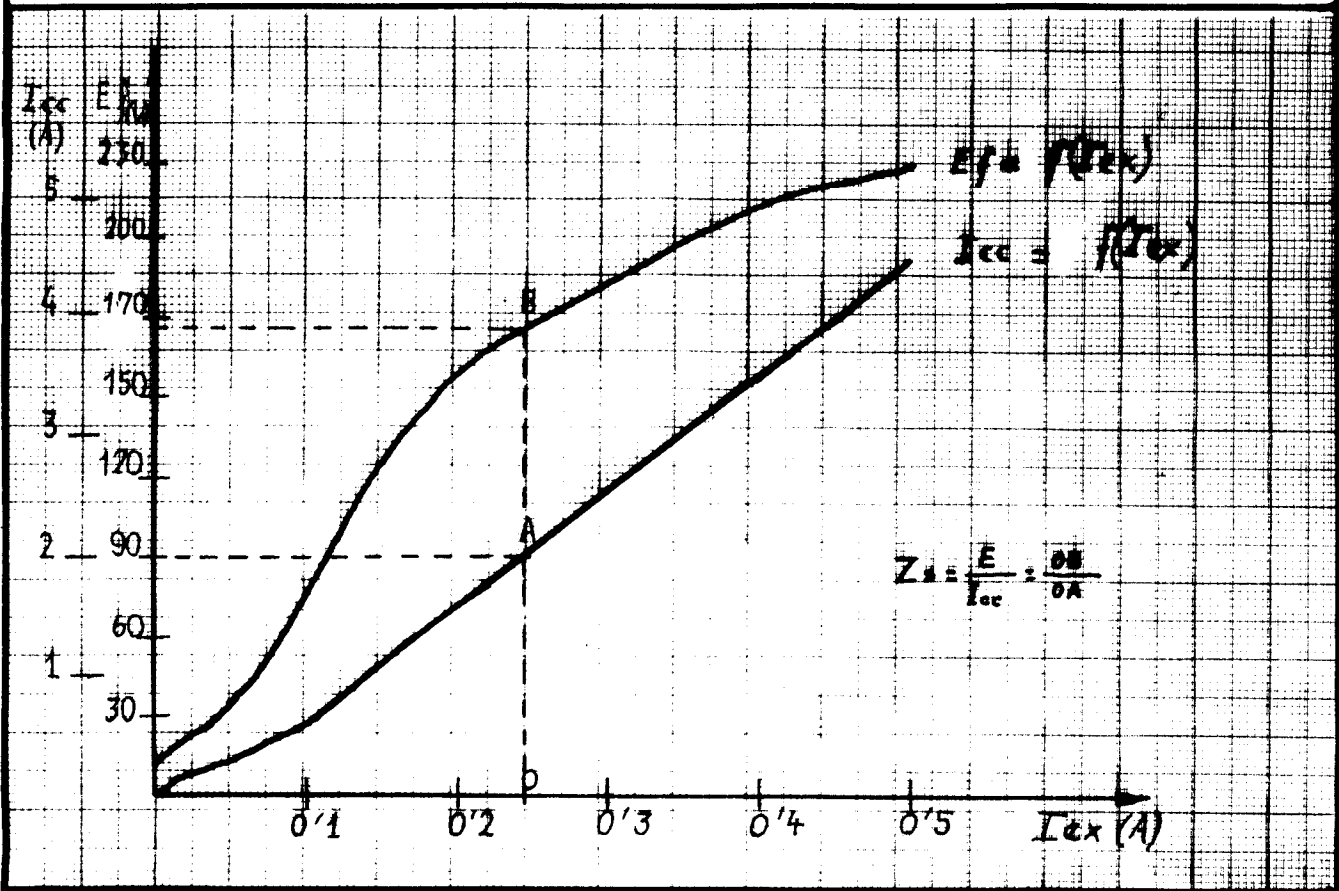


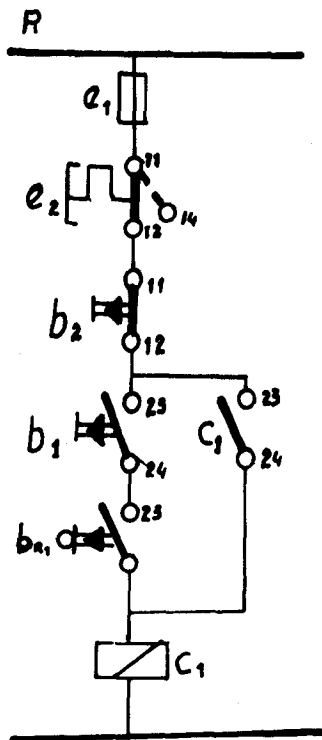
T A U L A K

T35

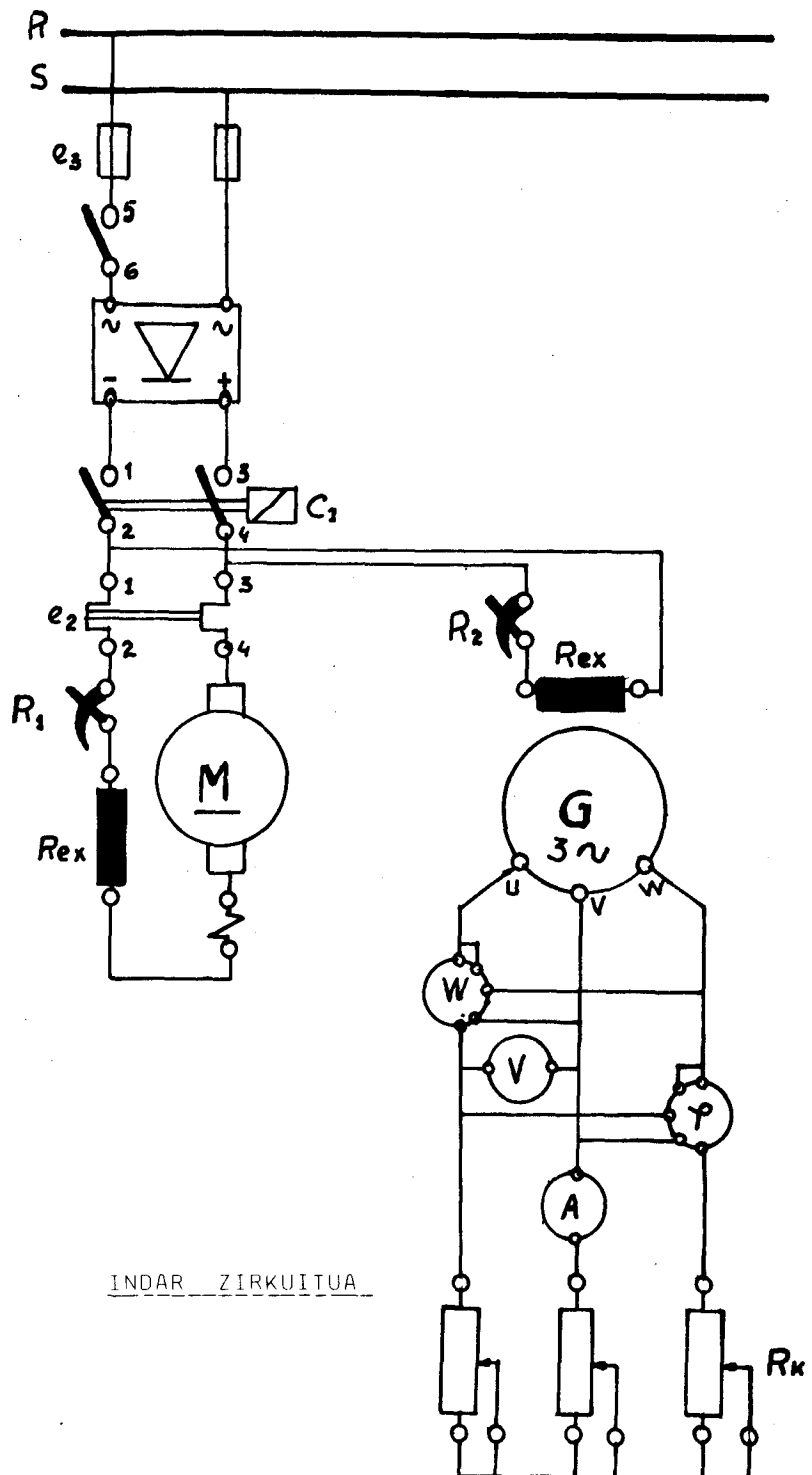
I _{ex} .	0	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50
I _{cc} .	-	1,1	1,6	2	2,5	3	3,5	4	4,5
V _{b0} =E	-	115,47	150,11	161,25	184,7	202,6	213,6	219,3	230,14
Z _s .	-	104,9	93,8	80,6	73,9	67,3	60,8	54,84	51,3

K U R B A K





AGINTE ZIRKUITUA



INDAR ZIRKUITUA

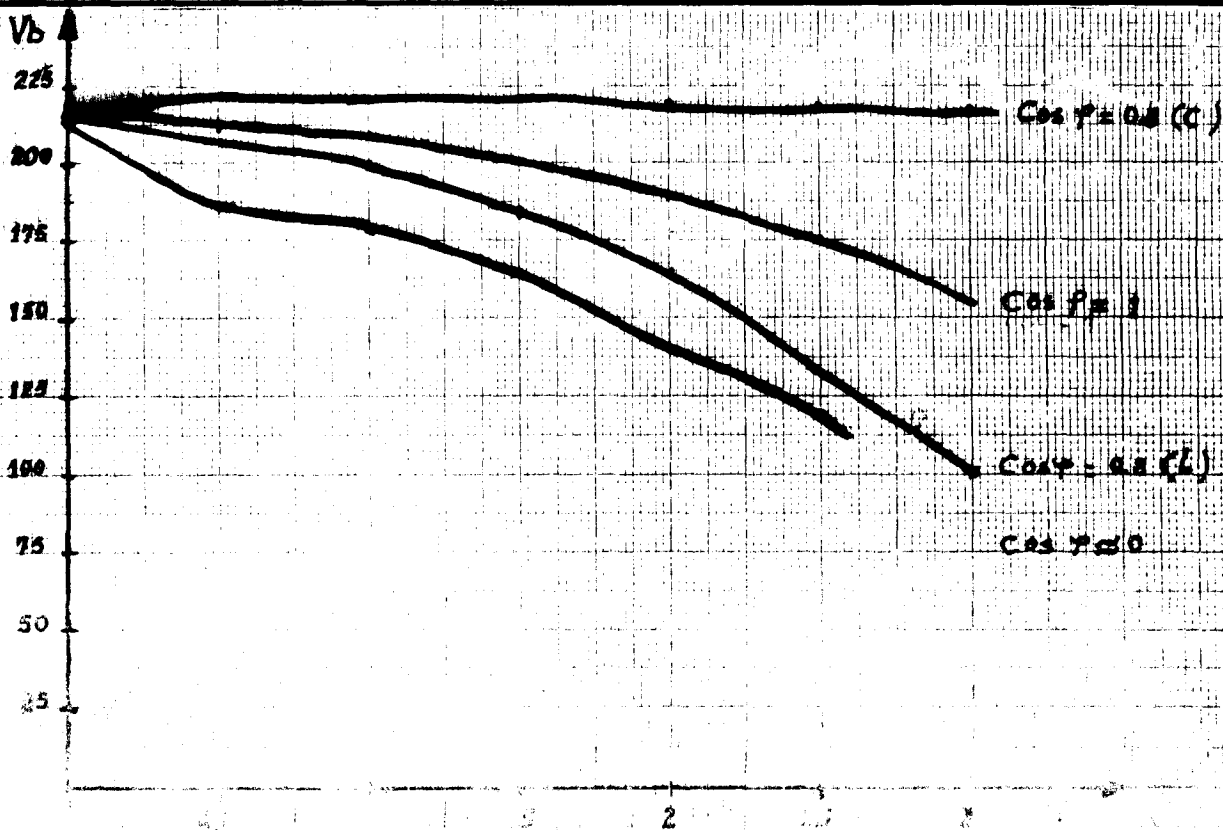
T A U L A K

T 37

	Cos φ = 1						Cos φ = 0					
Ik	0,5	1	1,5	2	2,5	3	0,5	1	1,5	2	2,5	3
Vb	212	210	200	190	175	155	185	180	165	140	120	-

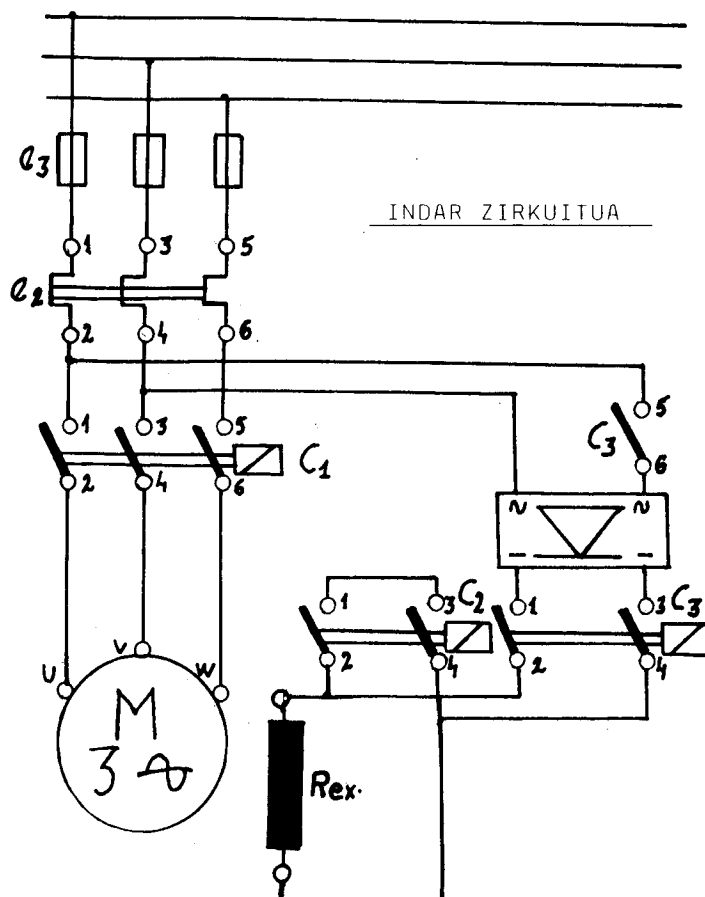
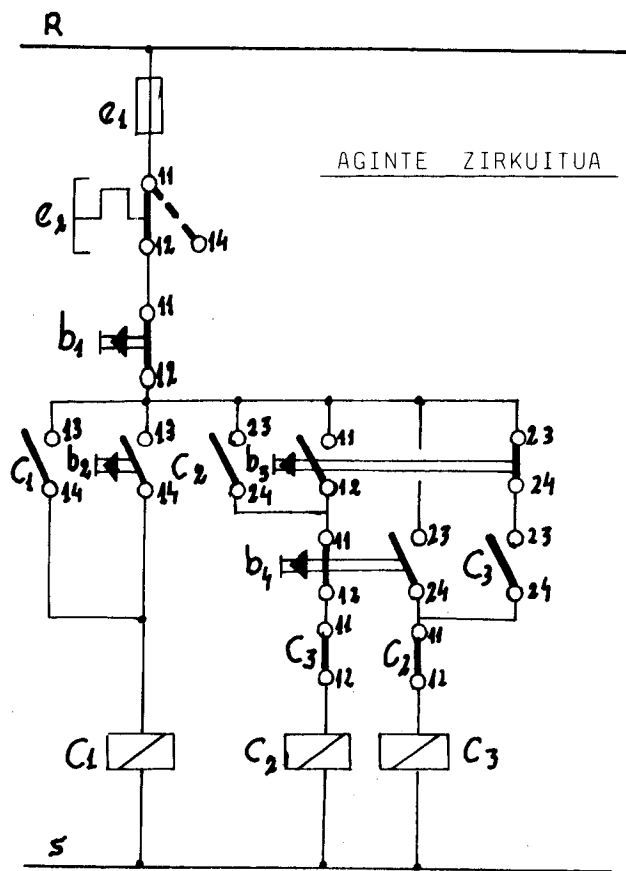
	Cos φ = 0,8 (L)						Cos φ = 0,8 (C)					
Ik	0,5	1	1,5	2	2,5	3	0,5	1	1,5	2	2,5	3
Vb	208	200	185	165	132	100	222	222	222	220	220	218

K U R B A K



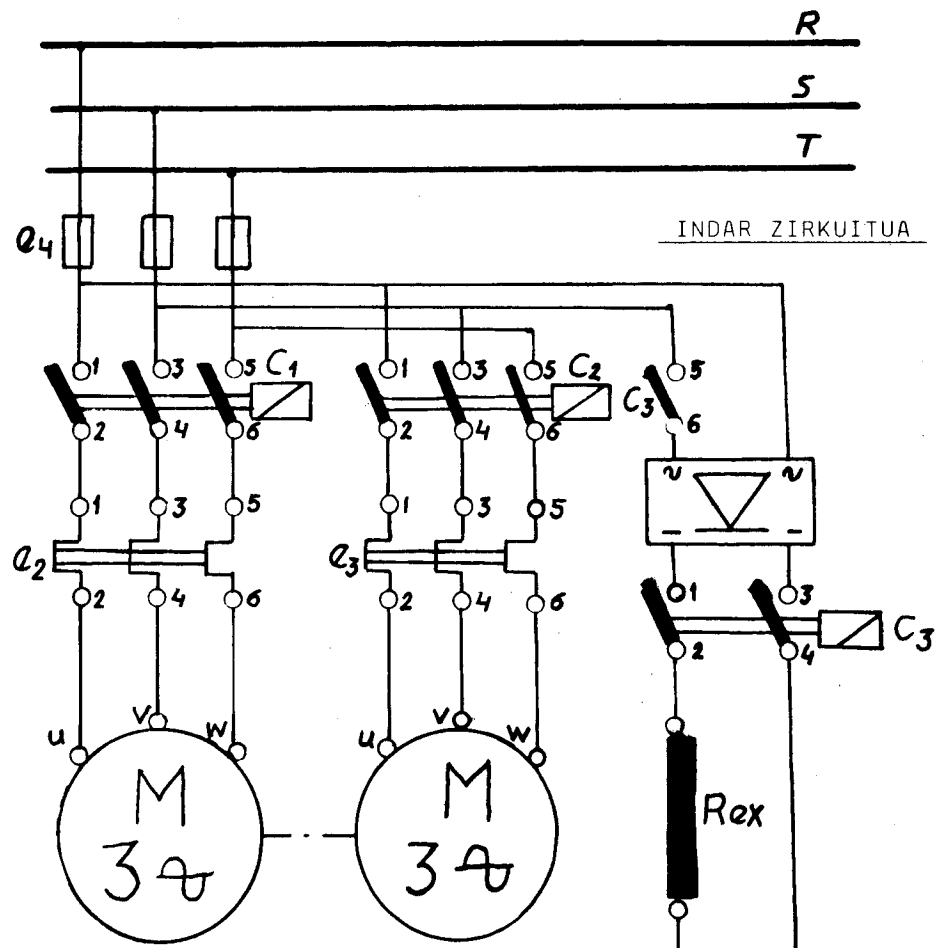
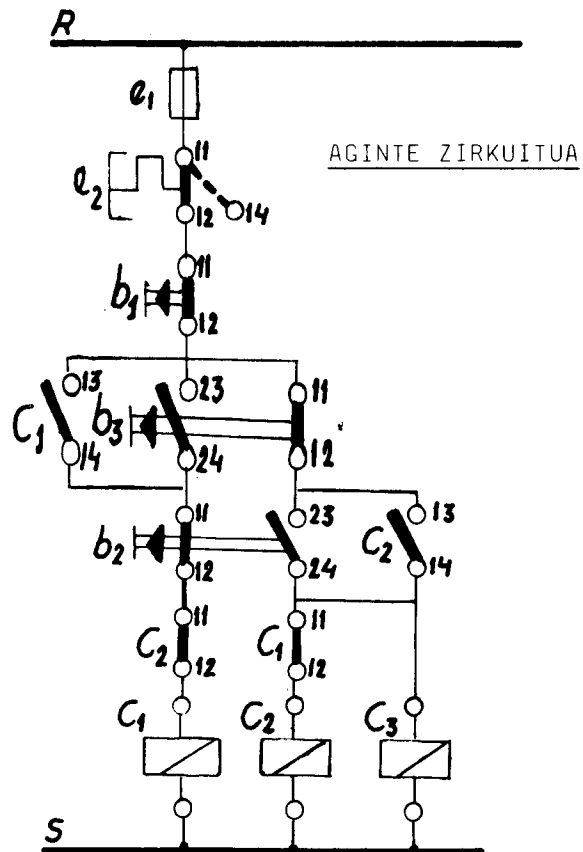
E S K E M A

T38



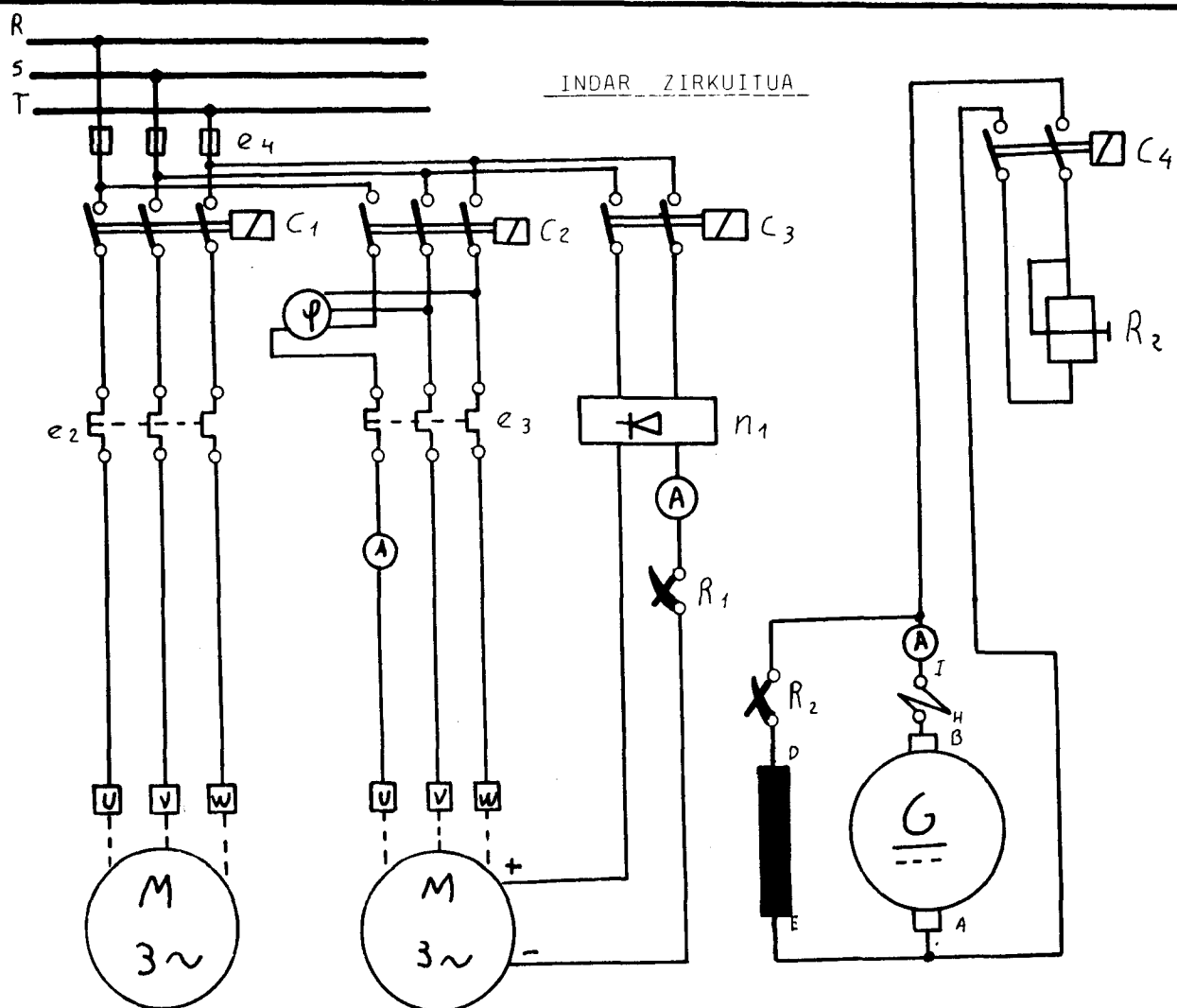
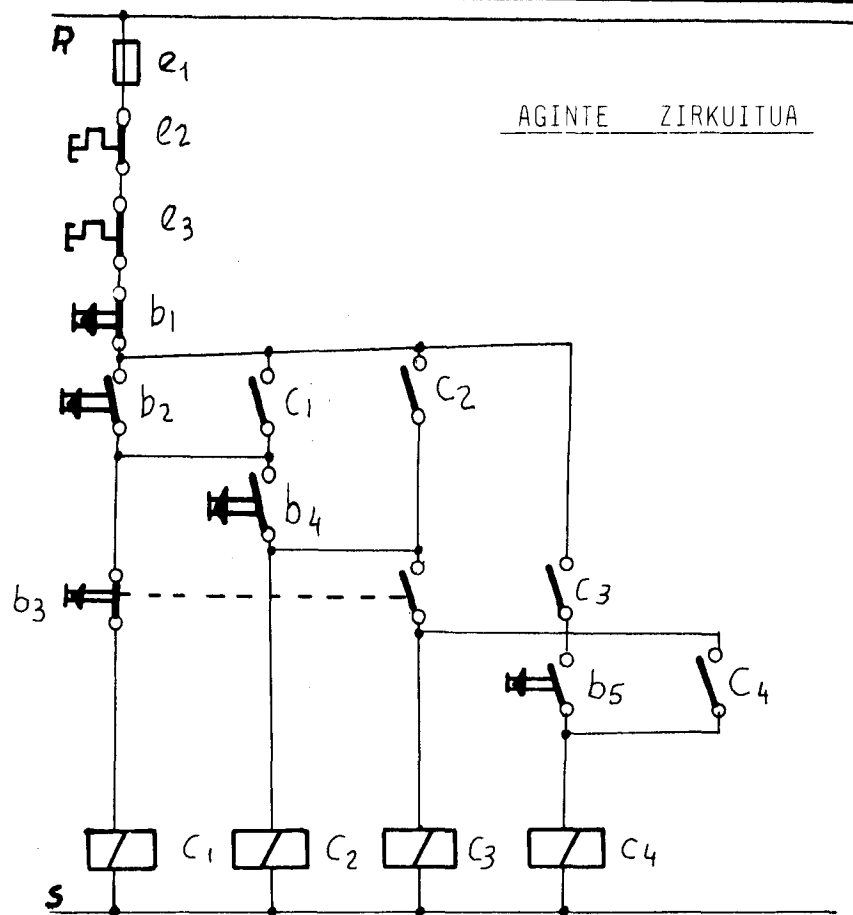
E S K E M A

T39



E S K E M A

T 40



T40

KARGA GABEKO ENTSEGUA:

Iex.	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,60	0,70
Ikm.		2,05	1,8	1,4	1,1	0,8	0,5	0,35	0,4	0,6	0,99	1,6
Cos.		0,8	0,8	0,82	0,83	0,87	0,94	0,99	0,98	0,95	0,83	0,79

KARGA: 1/4 Wn

P=150 W.

DINAMOAN:

E=200 V. - Ii=0,48A

Iex.	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,60	0,70
Ikm.		2,3	1,9	1,55	1,20	0,90	0,70	0,60	0,60	0,70	1,30	1,40
Cos.		0,85	0,89	0,91	0,94	0,94	0,97	0,99	0,95	0,60	0,52	0,45

KARGA: 1/2 Wn.

P=300 W.

DINAMOAN :

E=200 V. - Ii= 1,2 A.

Iex.	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,60	0,70
Ikm.		3	2,3	1,9	1,5	1,1	1	0,9	0,95	1	1,4	1,9
Cos.		0,85	0,9	0,92	0,95	0,97	0,98	0,99	0,90	0,75	0,55	0,50

KARGA: 3/4 Wn.

P= 400W.

DINAMOAN:

E= 200 V. - Ii= 1,98 A.

Iex.	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,60	0,70
Ikm.		2,7	2,6	2,25	1,95	1,6	1,35	1,2	1,25	1,3	1,6	2
Cos.		0,87	0,91	0,92	0,95	0,96	0,98	0,99	0,92	0,75	0,55	0,48

KARGA : Wn izendatua = 600W.

DINAMOAN:

E=200 V. - Ii=2,37 A.

Iex.	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,60	0,70
Ikm.		3,25	2,9	2,5	2,1	1,8	1,4	1,3	1,35	1,45	1,8	2,2
Cos.		0,85	0,9	0,91	0,95	0,96	0,97	0,99	0,9	0,7	0,58	0,42

T40

IK
(A)

$n = 1500 \text{ r.p.m.}$
 $P_{pm} = 53.3 \text{ W}$

3

2

1

0.1

0.2

0.3

0.4

0.5

0.6

0.7

IK
(A)

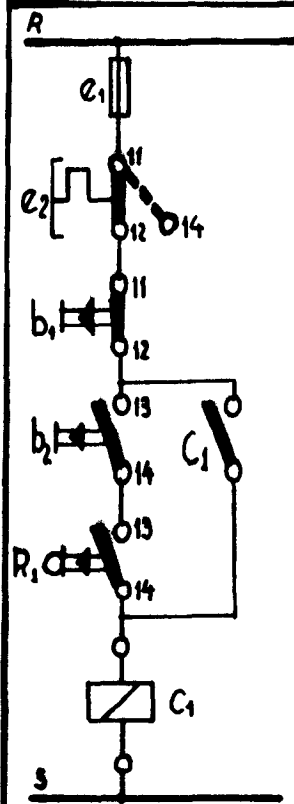
W_n
 $3/4 W_n$
 $1/2 W_n$
 $1/4 W_n$
HUTSEAN

2

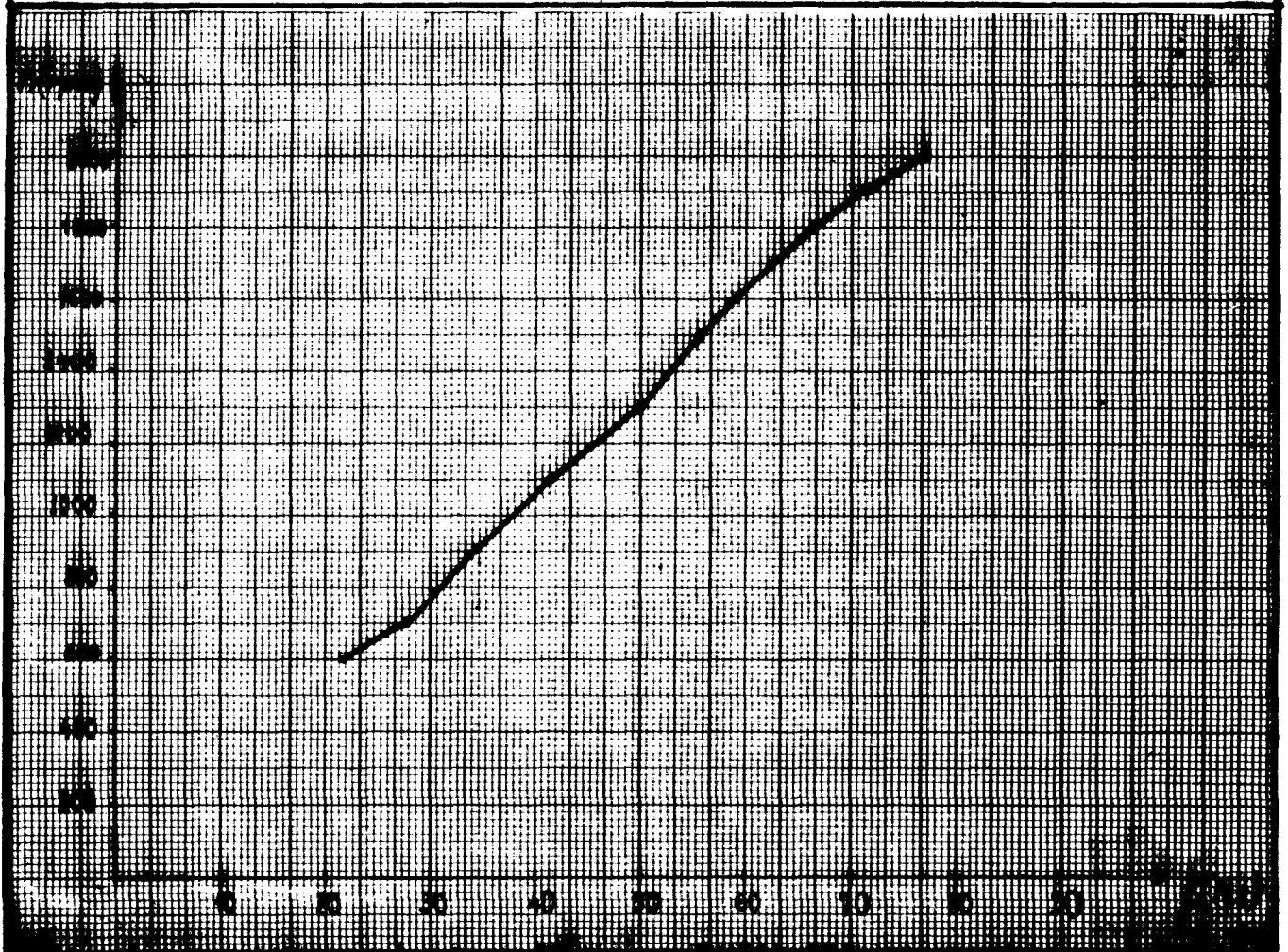
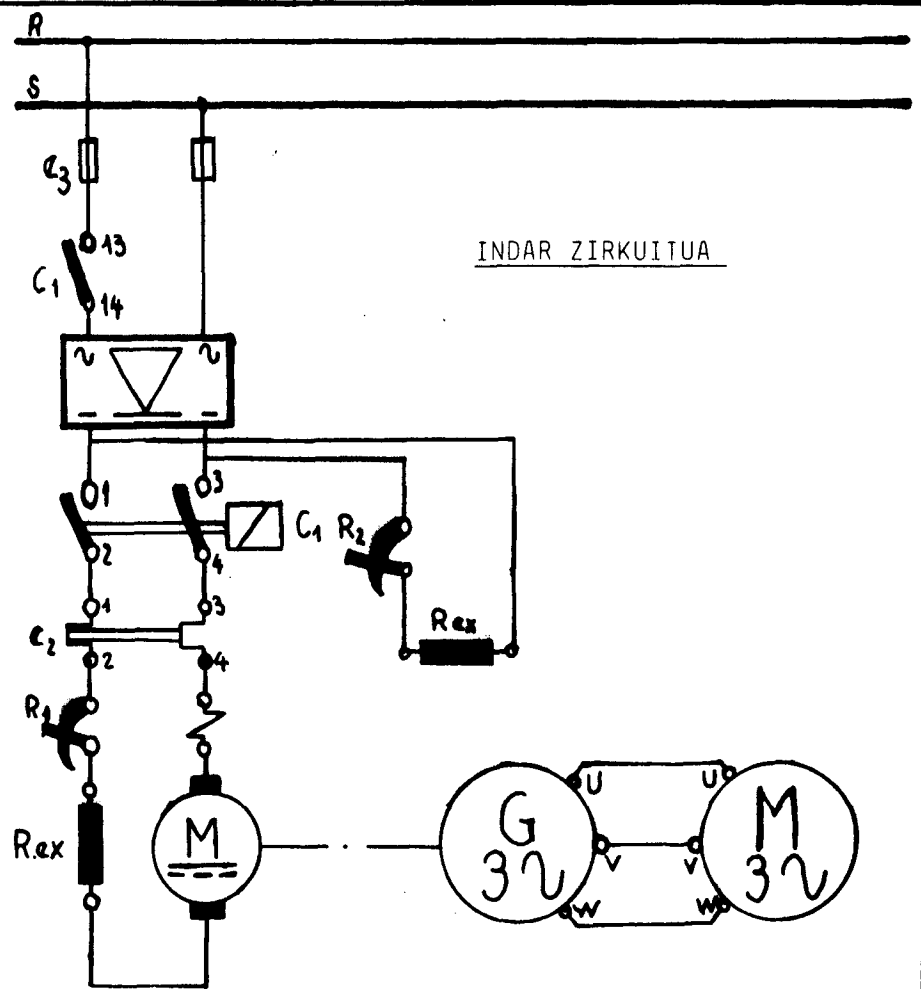
M O T O R E A S I N K R O N O A K

E S K E M A

T41

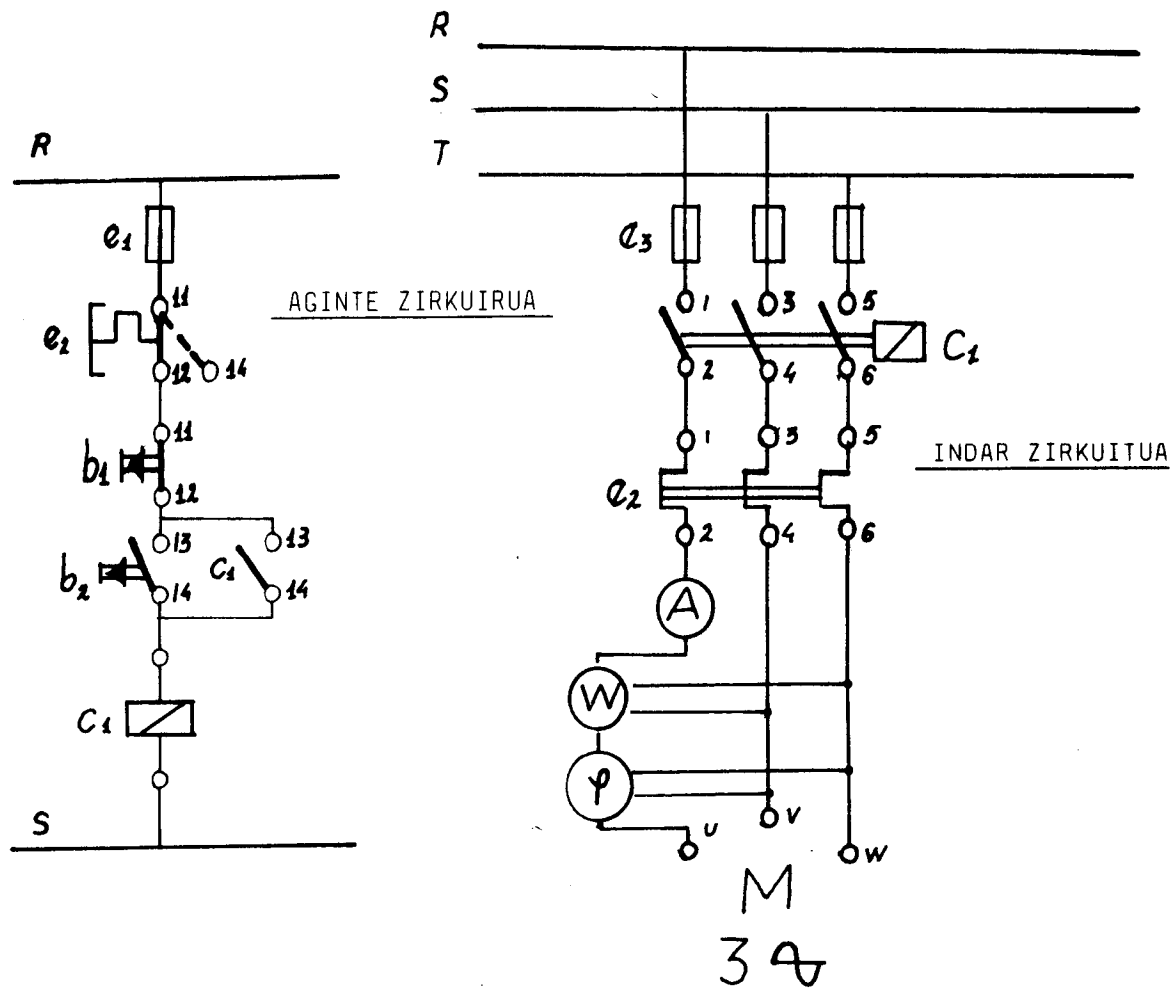


AGINTE ZIRKUITUA



E S K E M A

T42

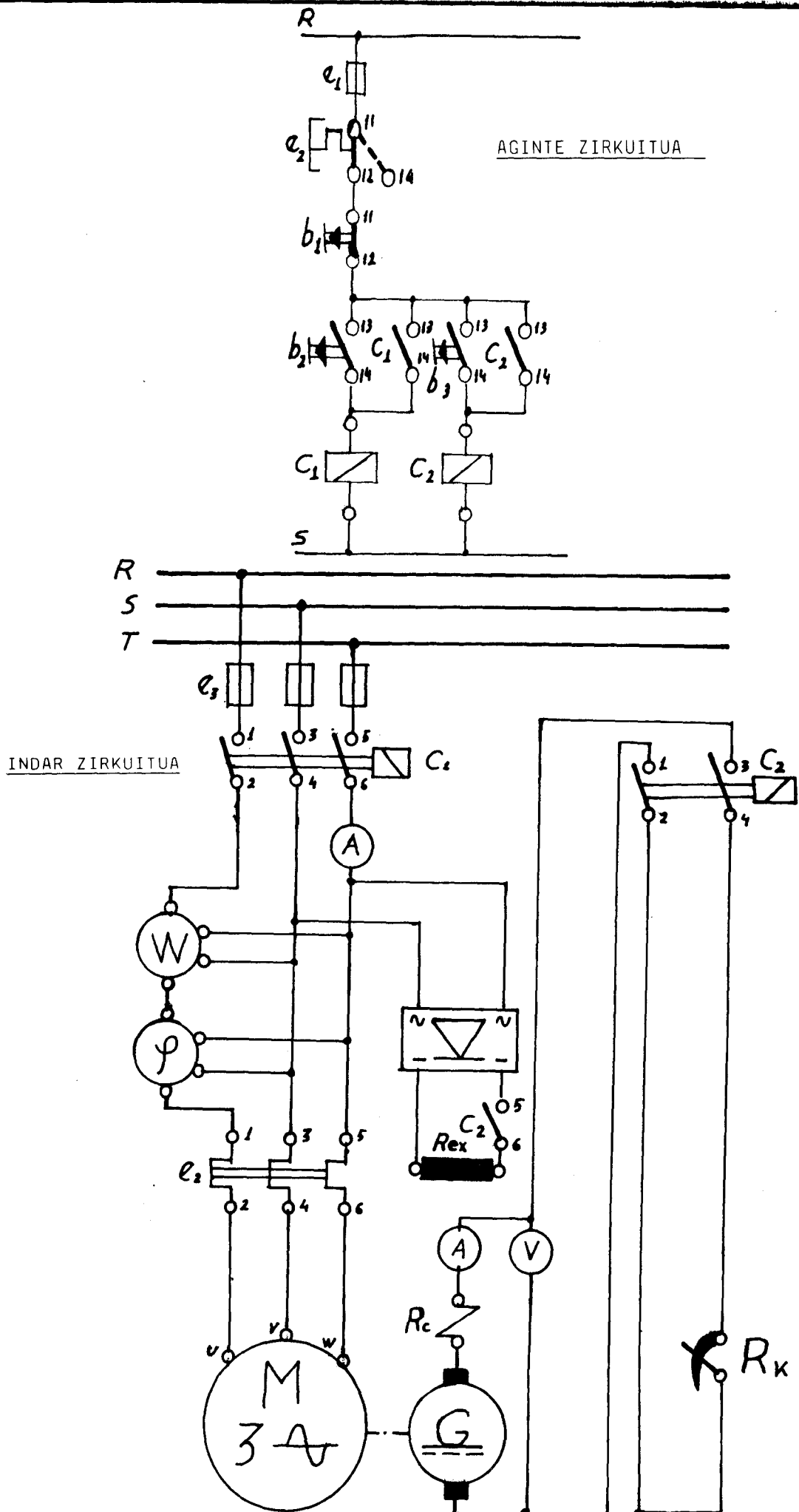


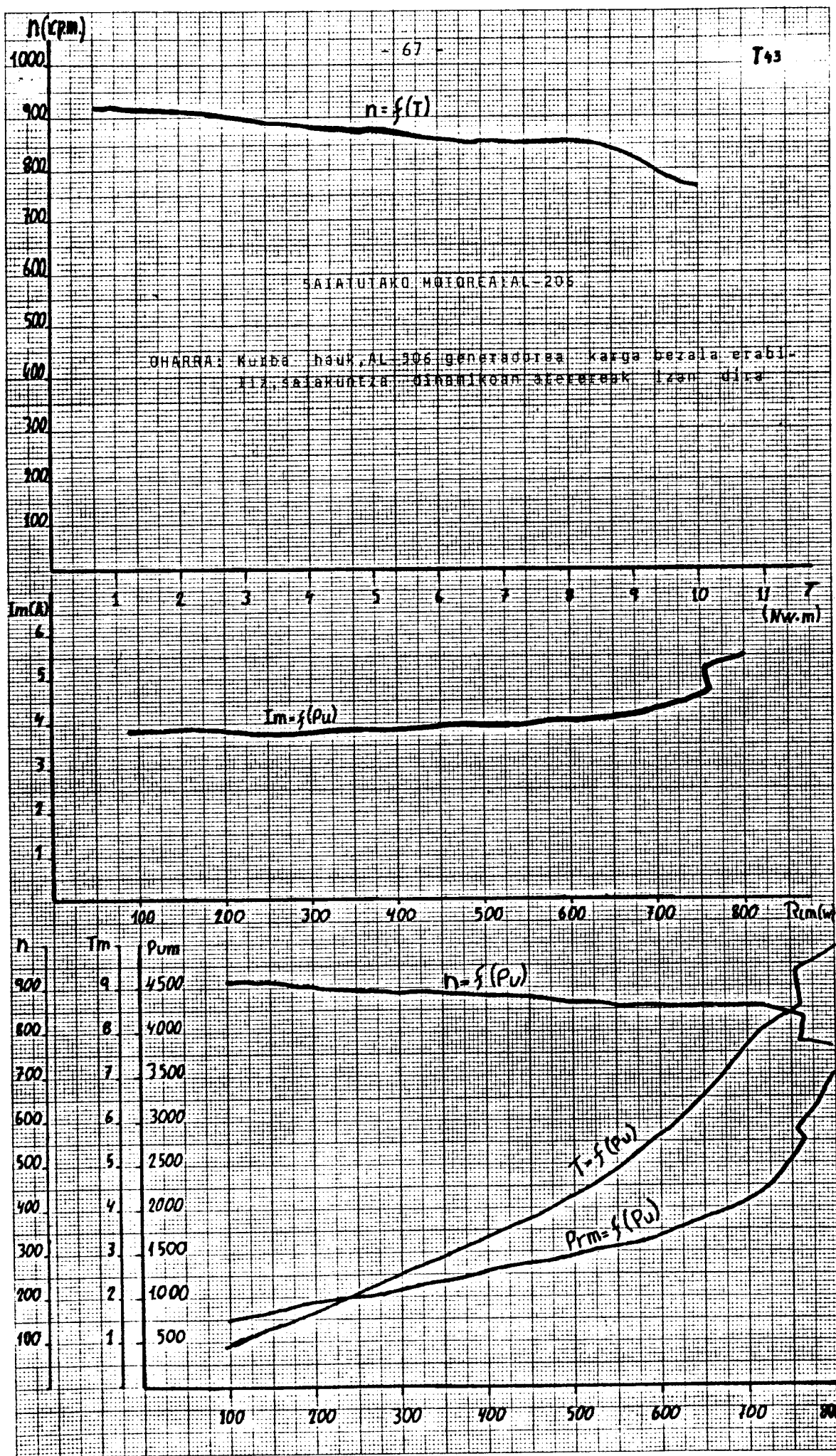
T A U L A K

P_{t_0}	65W.	P_{p_e}	6,61W.
I_{f_0}	0,7A.	P_{p_m}	58W.
$\cos.$	0,89	-	-

E S K E M A

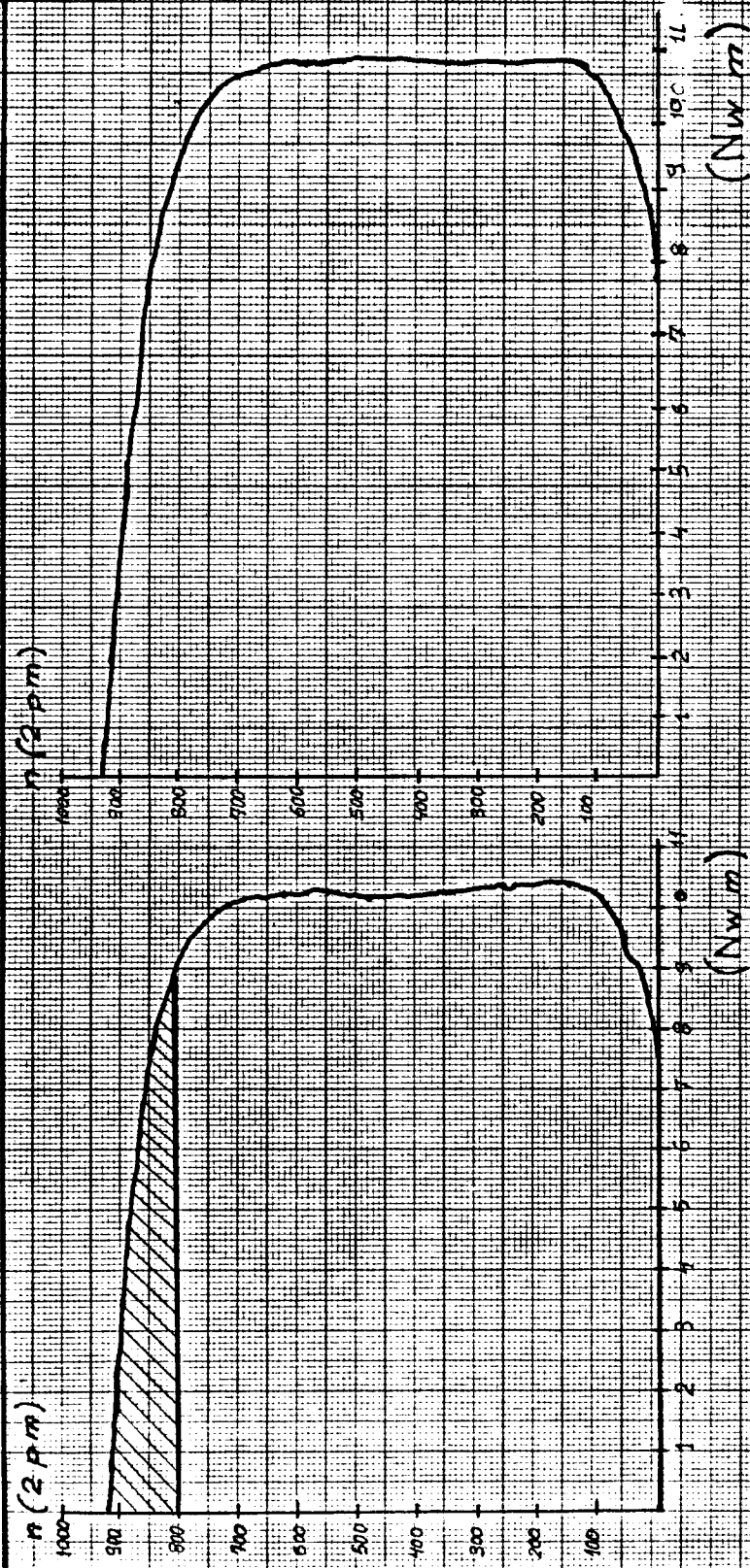
T43





AL-206 MOTORER: BA AZIA MAGNETIKOZ ATERATAKO KURBAK

143



AL-206/Nº2

(n)

1400
1300
1200
1100
1000
900
800
700
600
500
400
300
200
100

(Nw-m)

(n)

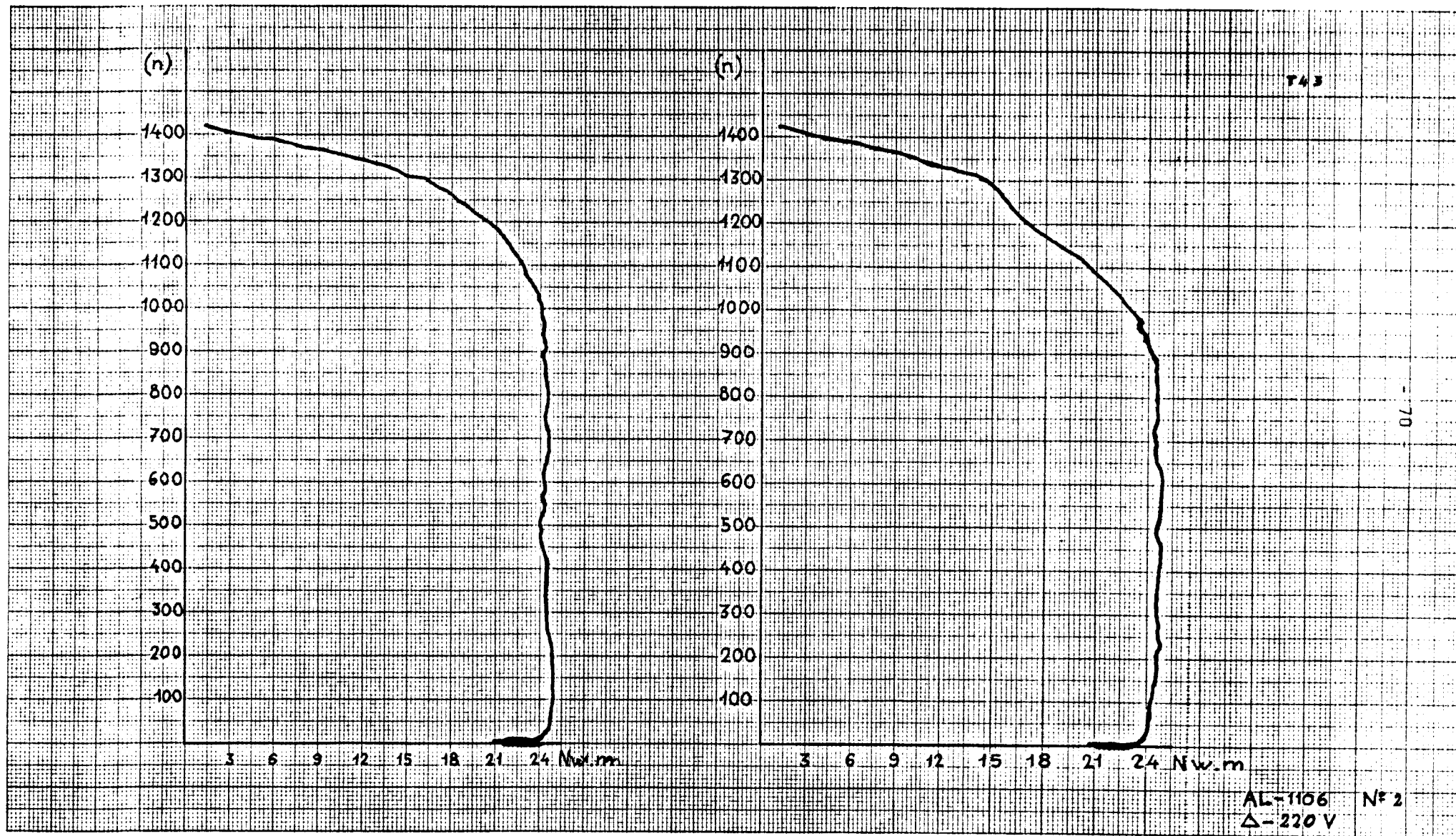
1400
1300
1200
1100
1000
900
800
700
600
500
400
300
200
100

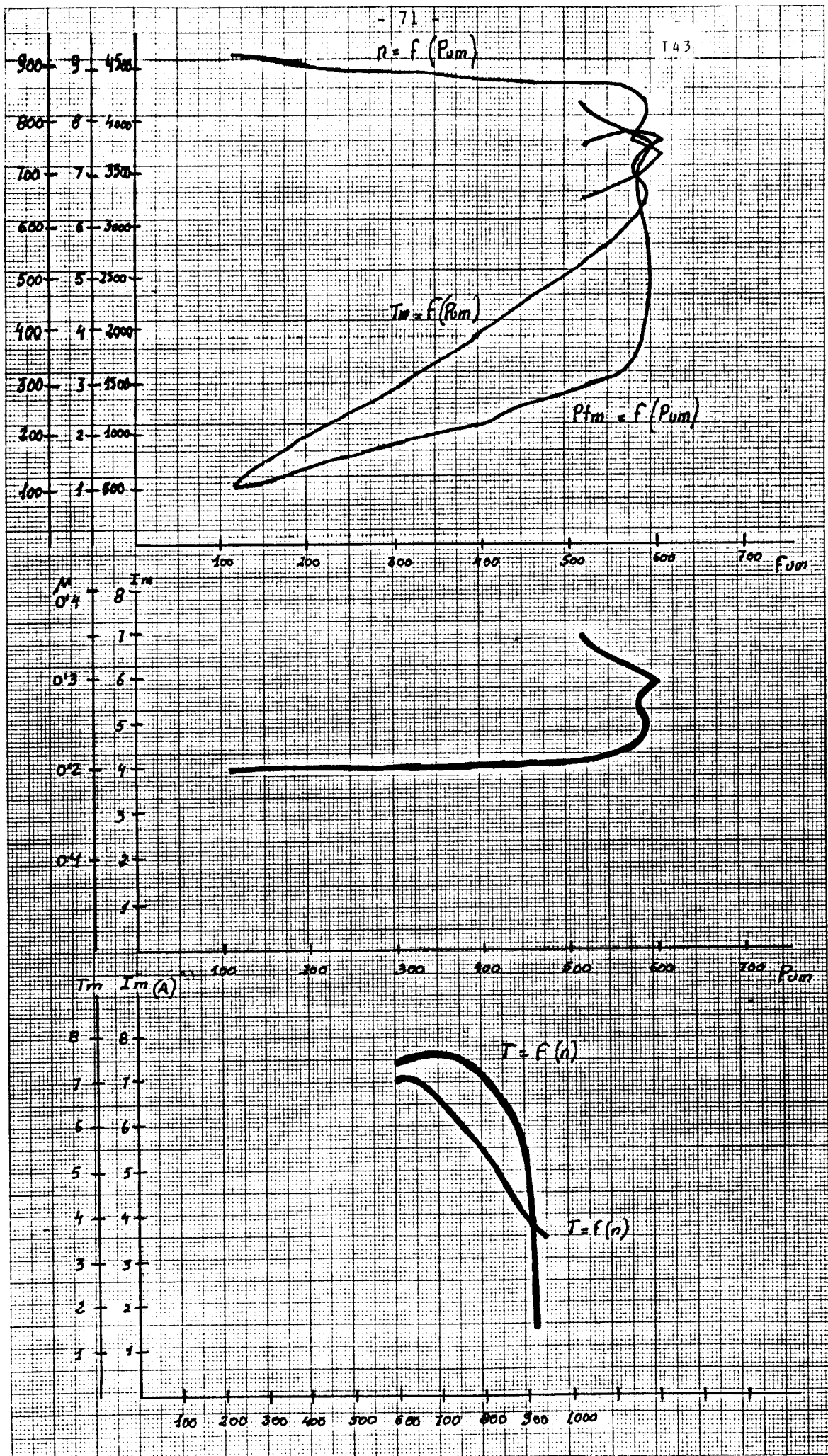
(Nw-m)

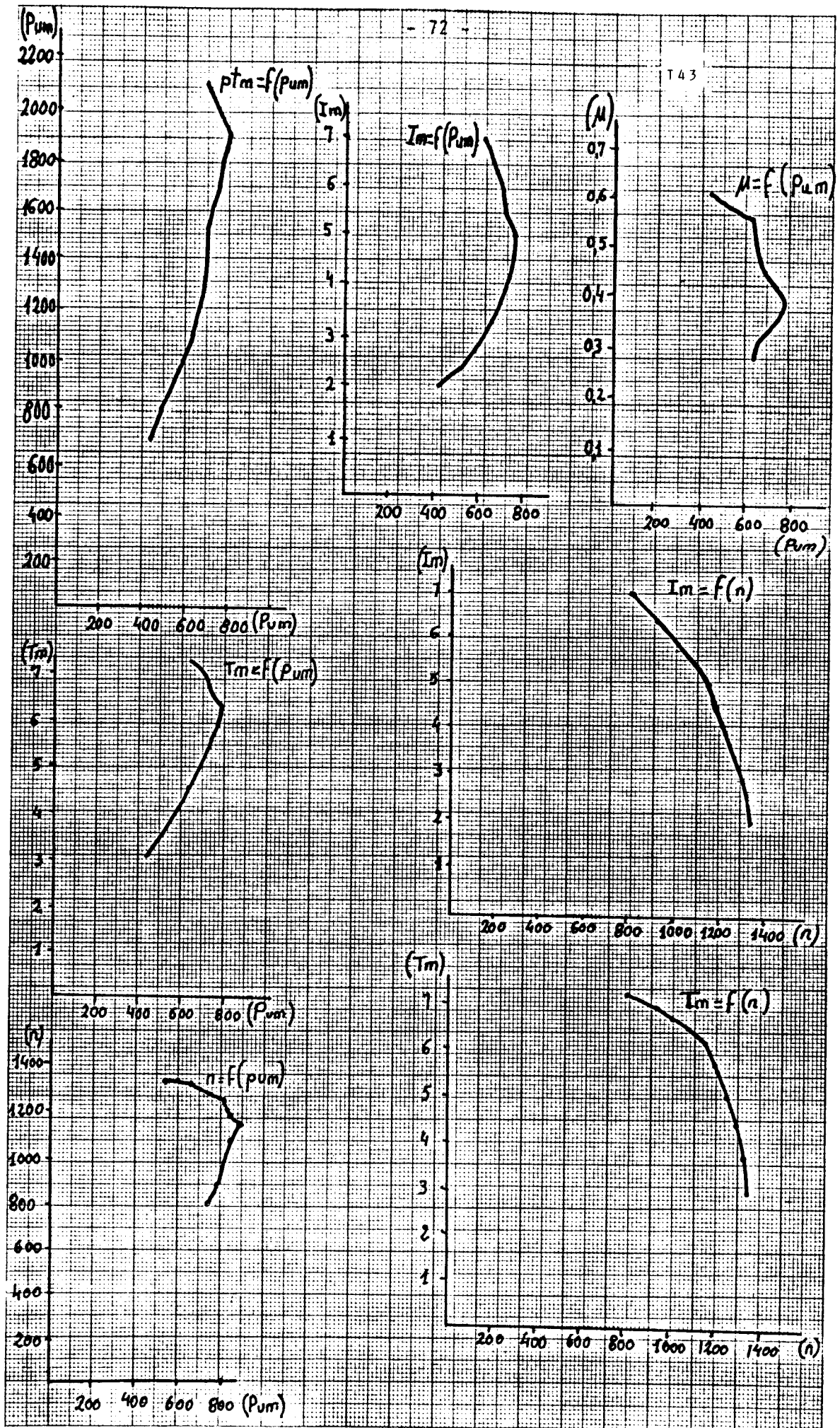
43

69

1986 MOTOBA 12ARREAN ETSEGATURIK

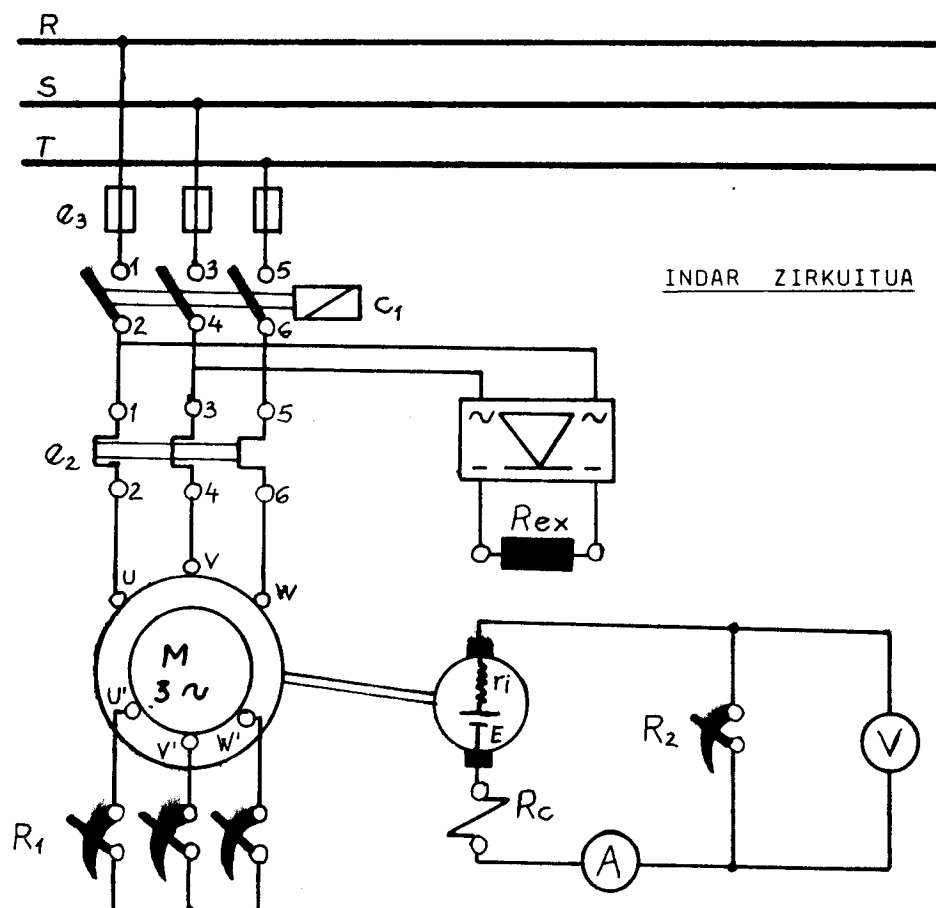
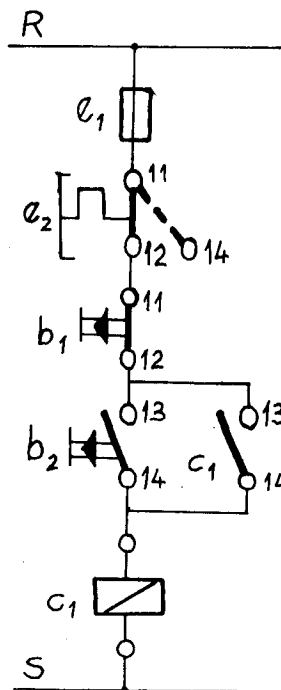






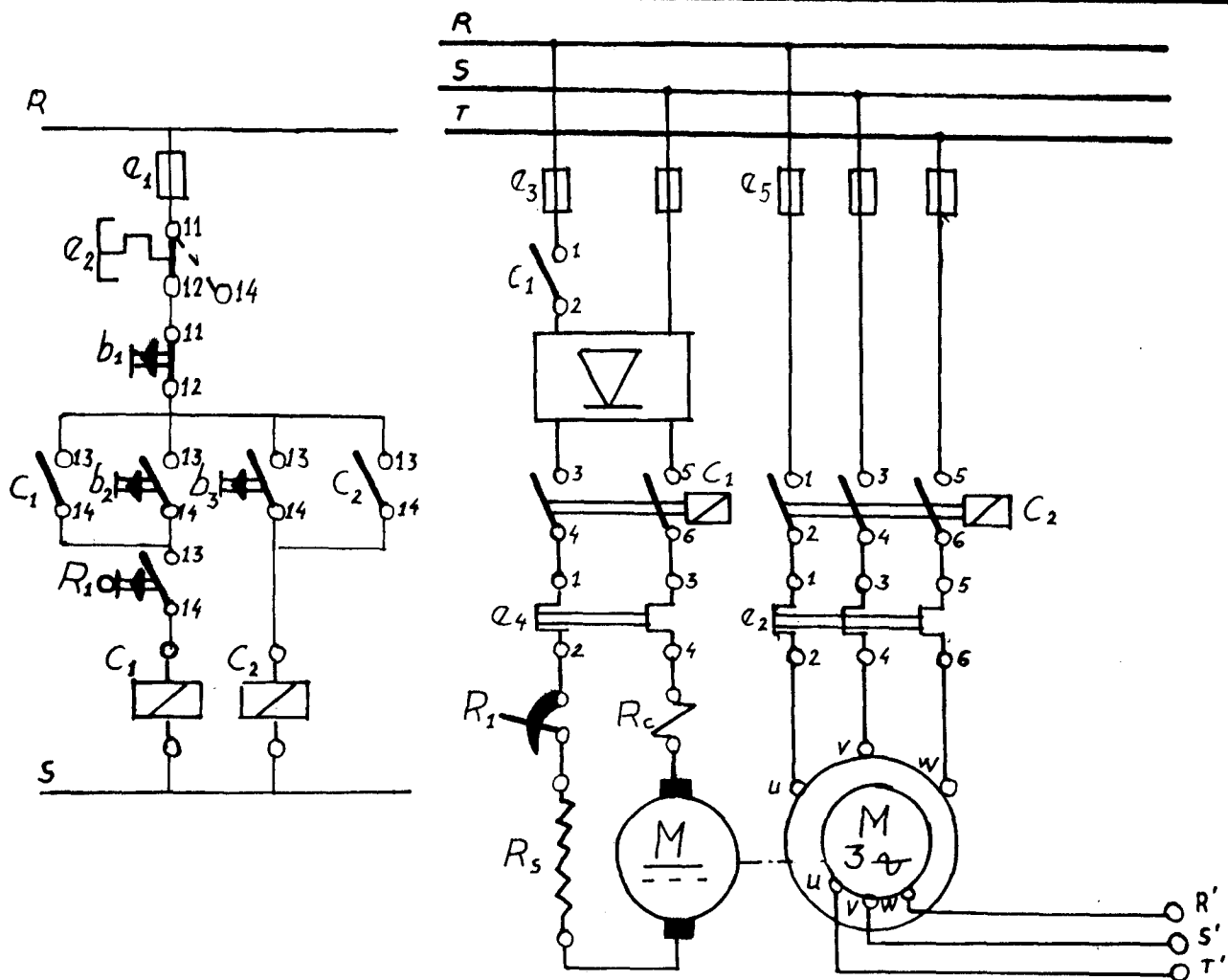
E S K E M A

T 44



E S K E M A

T45

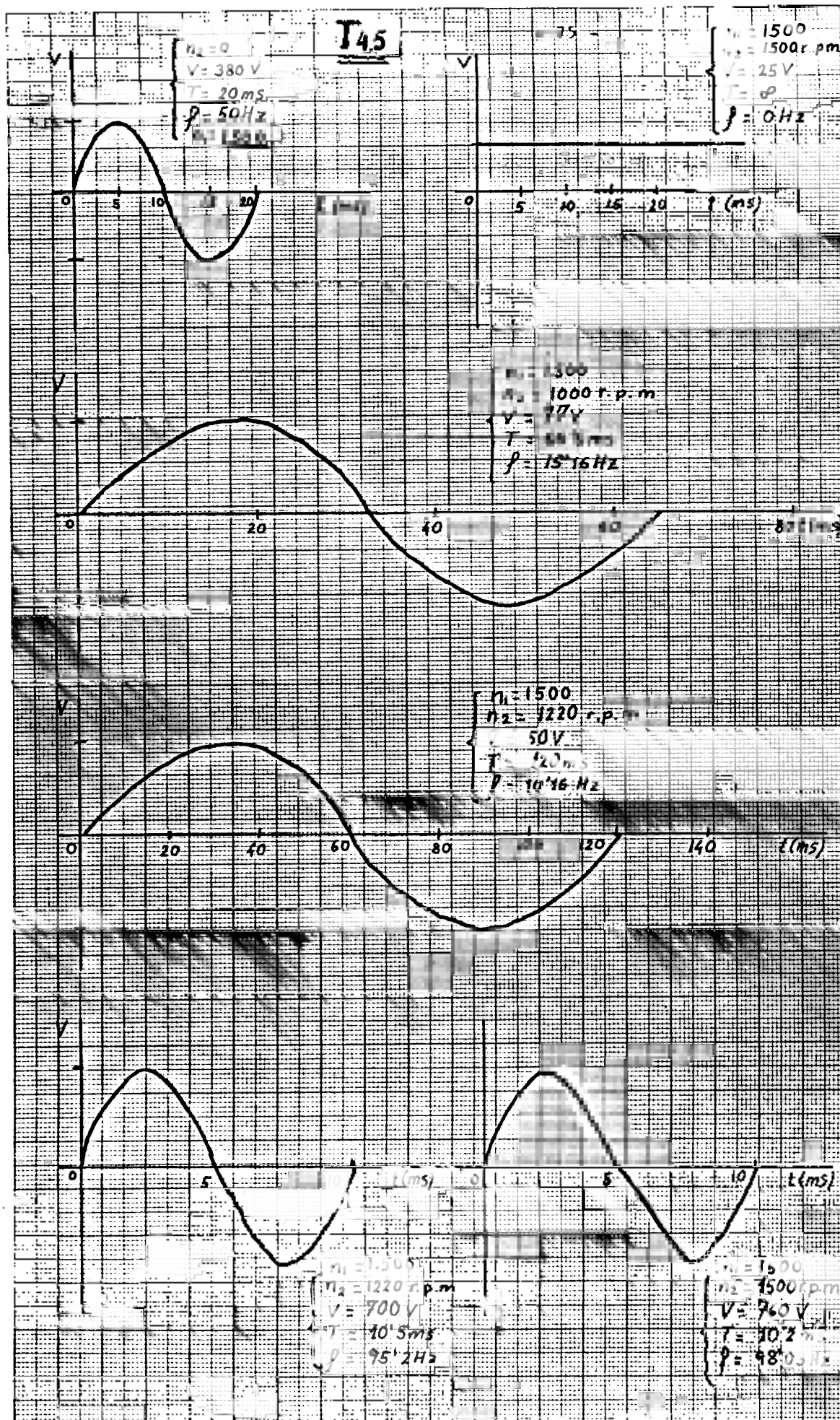


AGINTE_ZIRKUITUA

INDAR_ZIRKUITUA

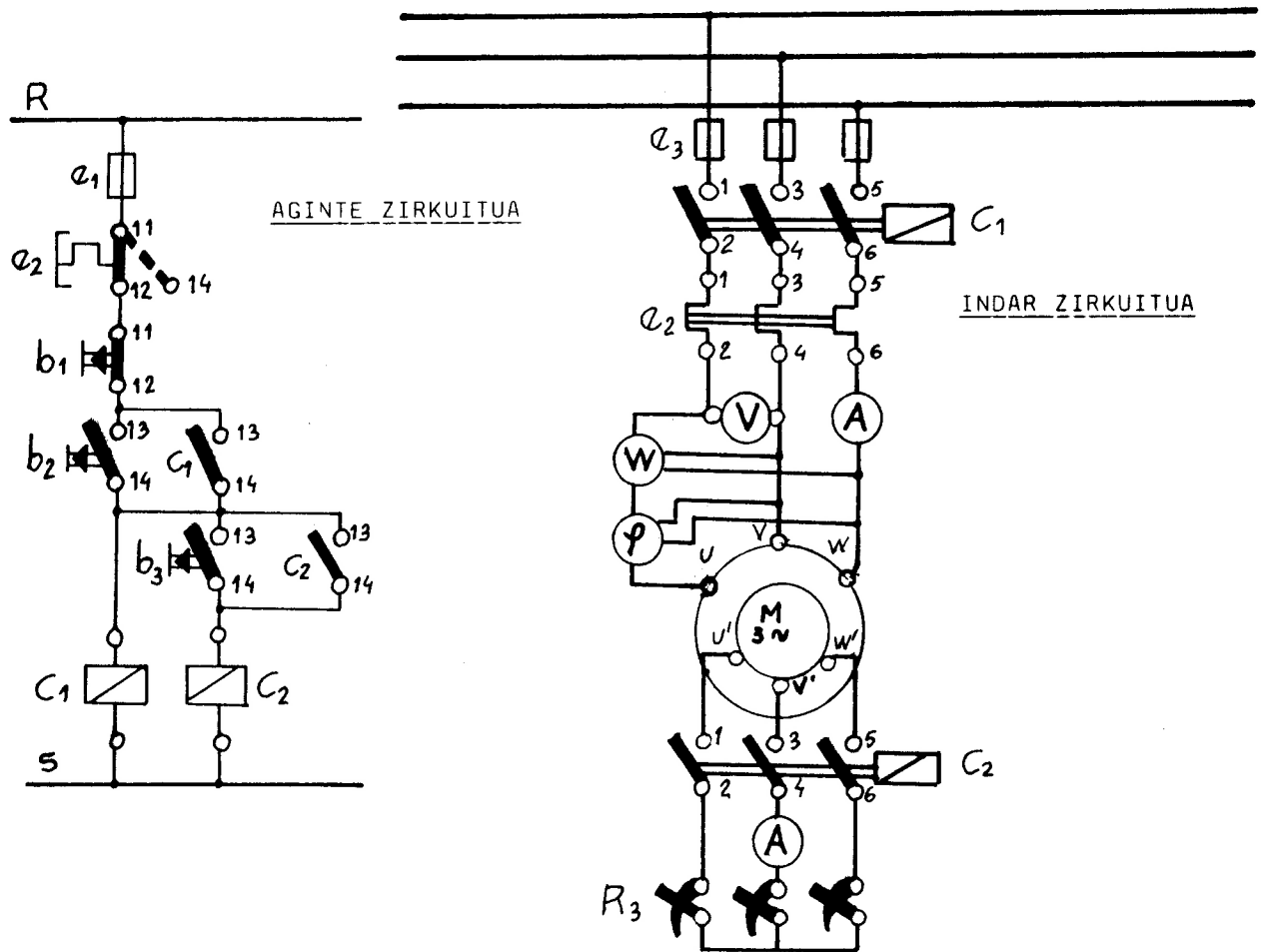
$n_1=1500$	NORANTZA BERDI-NEAN.		NORANTZA BERDI-NEAN.		NORANTZA DESBERDINEAN.	
n_2	0	1500	1220	1000	1220	1500
T	20ms	---	120ms	66'6ms	10'5ms	10'2ms
V	380	25	50	77	700	760
f	50	0	10'16	15'11	95'2	98'03

OHARRA; Taula hontan agertzen diren datuak osziloskopio bidez neur-
tuak izan dira eta beraz kalkuloz atera direnekin konpa-
ratzea interesgarria litzateke.



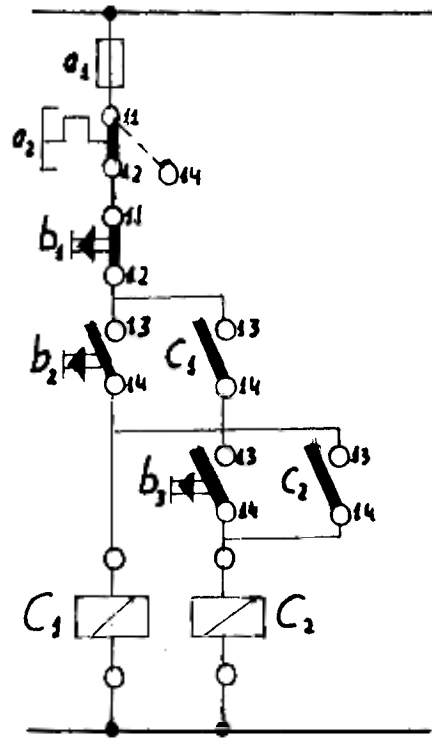
E S K E M A

T46

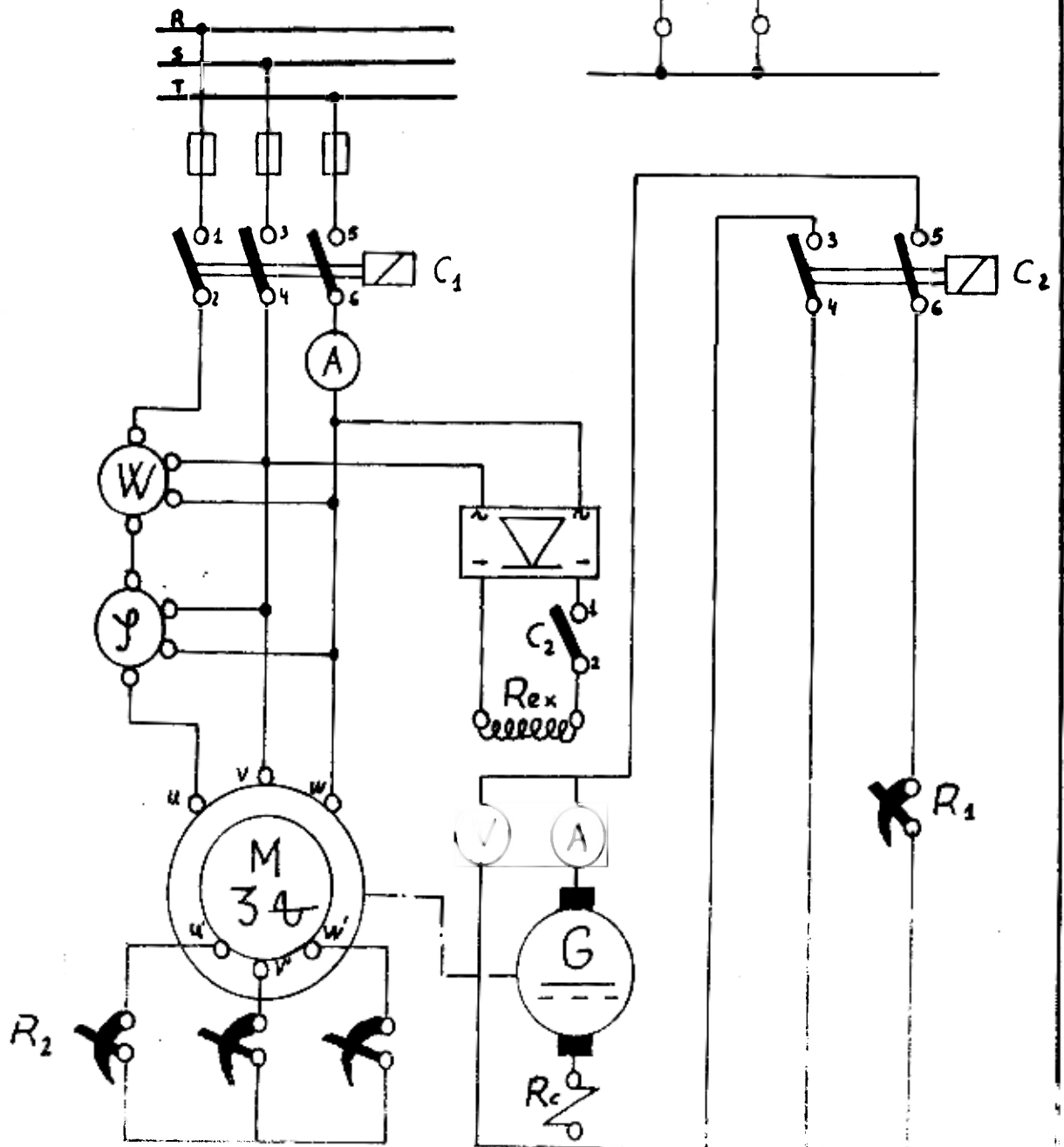


P_{t_0}	150 W.
I_{f_0}	1,78 A.
$\cos. \varphi_0$	0,8

AGINTE ZIRKUITUA



INDAR ZIRKUITUA



T A U L A K

T 47

R2=0 dela egindako entsegua

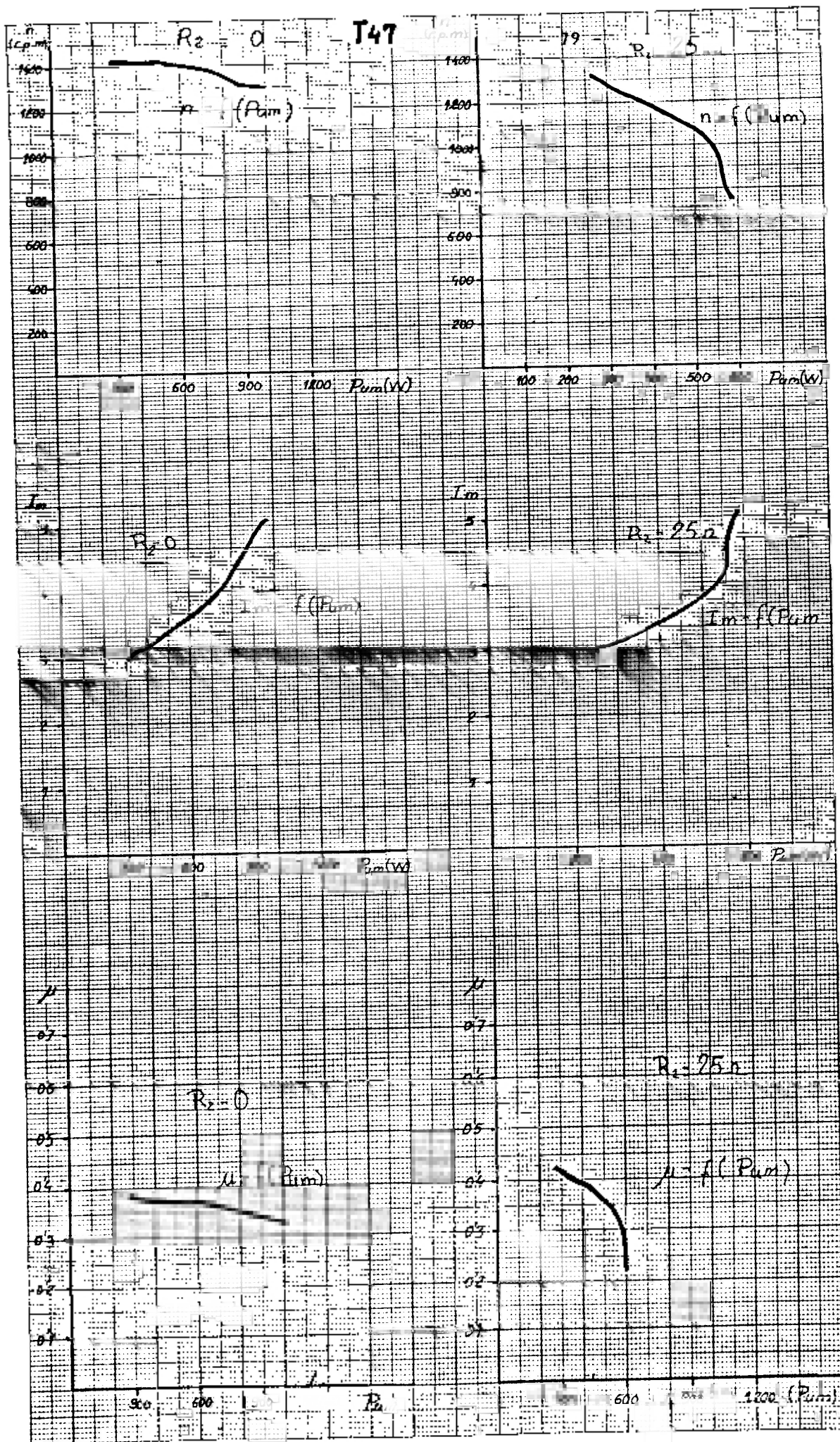
Im.	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
n	1.400	1.380	1.350	1.300	1.285					
Cos.	0,4	0,58	0,65	0,7	0,75					
Vb _d	190	170	145	125	96					
Ik _d	1,2	2,8	4	5	6,5					
Pgm _d	55	53,5	52	45	43,5					
Pge _d	15,65	54,8	112	175	296					
Pt _d = Pe _m	296,3	584,3	744	845	964					
Pt _m	775	1.575	2075	2500	2850					
$T_m = \frac{P_{e_m} \cdot 60}{2 \pi n}$	2,02	4,04	5,26	6,2	7,2					
$\mu = \frac{P_{e_m}}{P_{t_m}}$	0,38	0,37	0,35	0,34	0,32					

R2=25 dela egindako entsegua

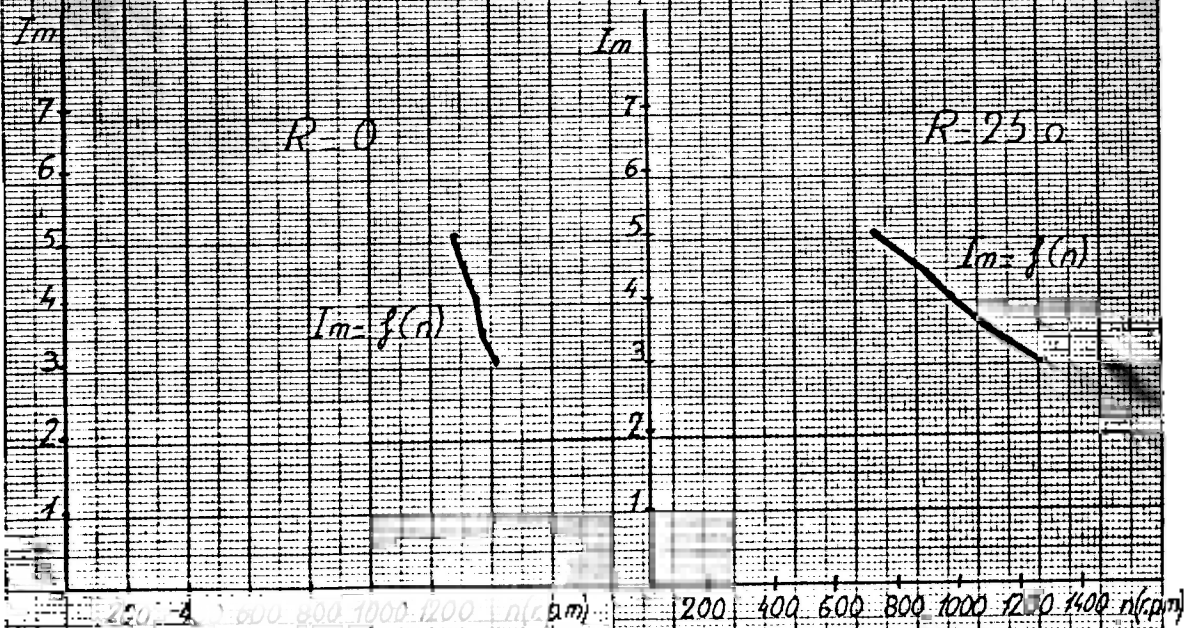
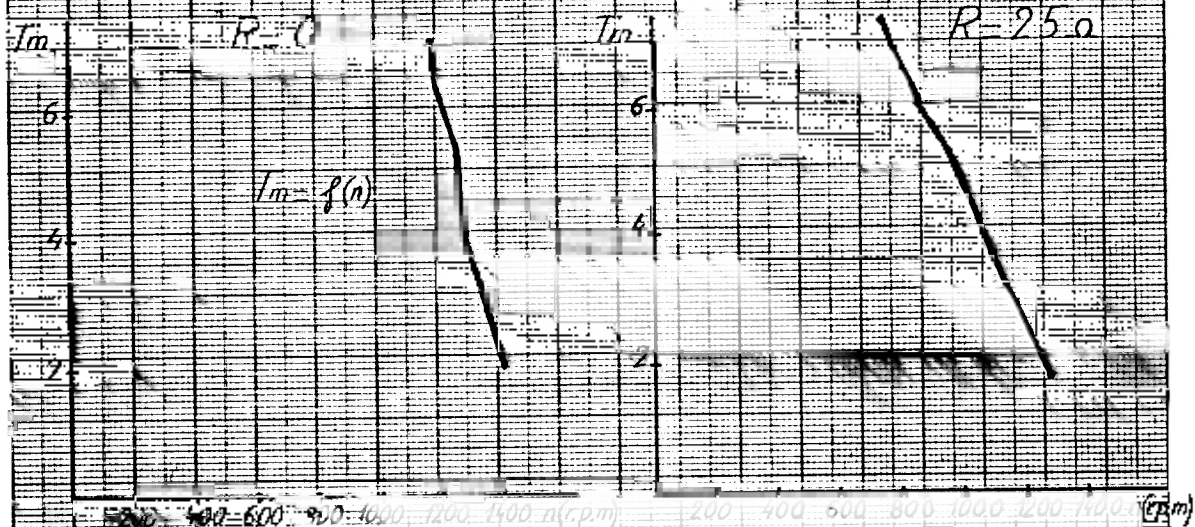
Im	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
n	1280	1100	980	860	740					
Pt _m	600	1175	1600	2000	2325					
Cos.	0,4	0,55	0,65	0,7	0,75					
Ik _d	1,2	2,8	4	5	6,5					
Vb _d	170	130	100	70	40					
Pgm _d	43	33,5	28,5	24	19					
Pge _d	10	54,8	112	175	296					
Pt _d = Pe _m	257	452	541	549	575					
$T_m = \frac{P_{e_m} \cdot 60}{2 \pi n}$	1,9	3,9	5,3	6	7,5					
$\mu = \frac{P_{e_m}}{P_{t_m}}$	0,24	0,38	0,33	0,27	0,24					

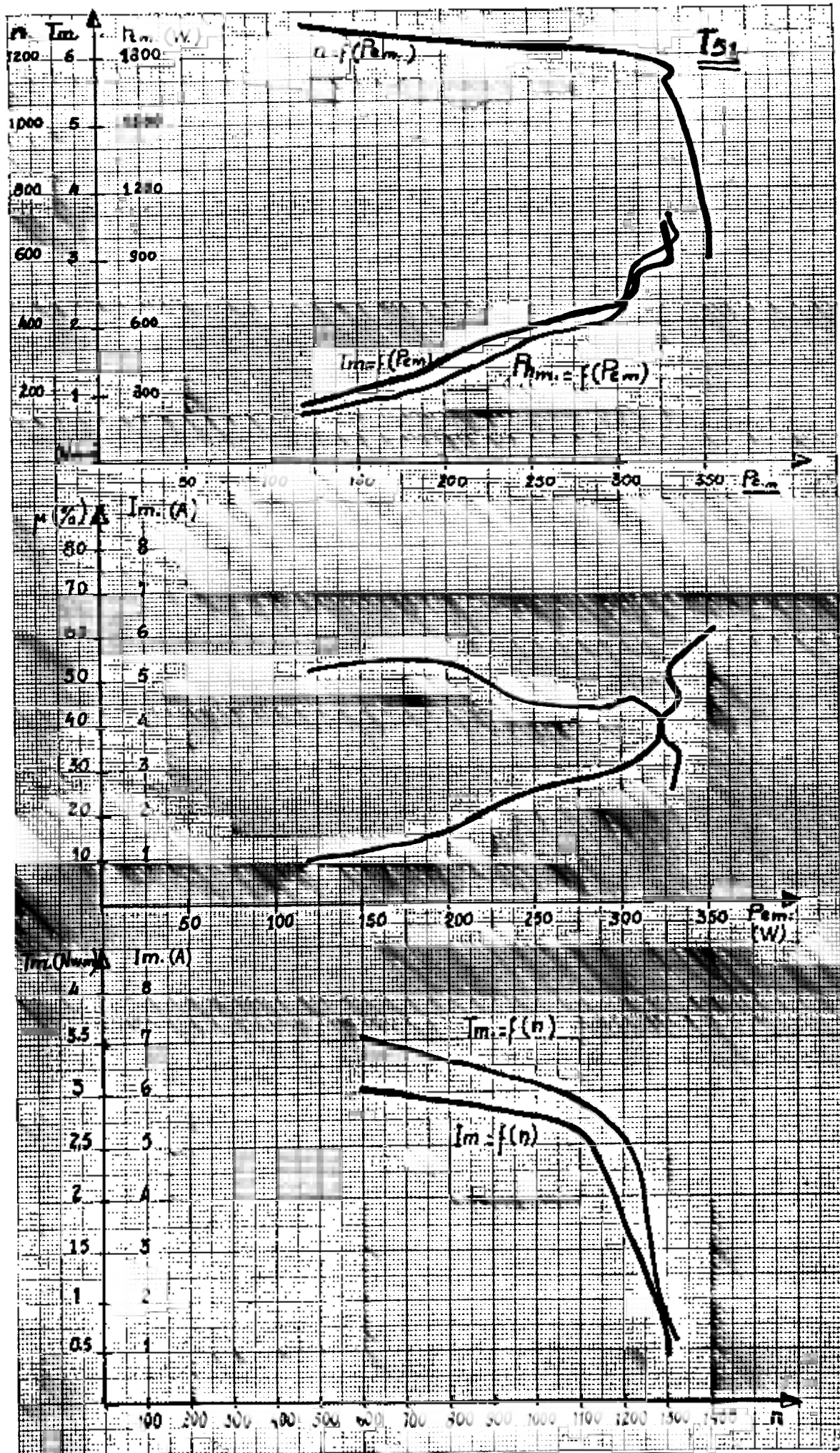
M O T O R E A S I N K R O N O

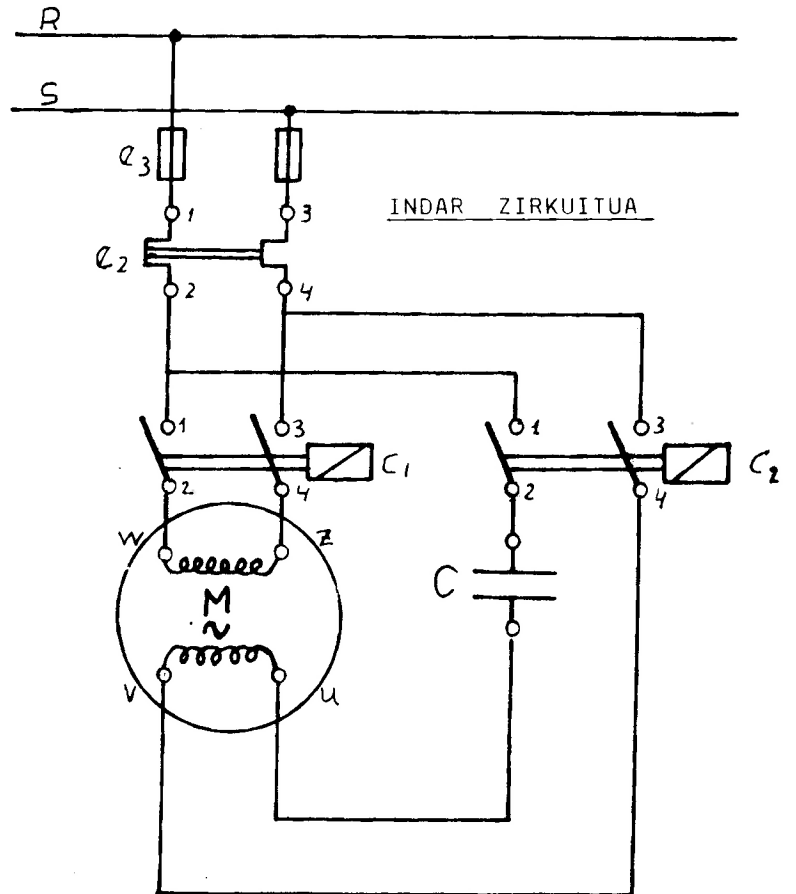
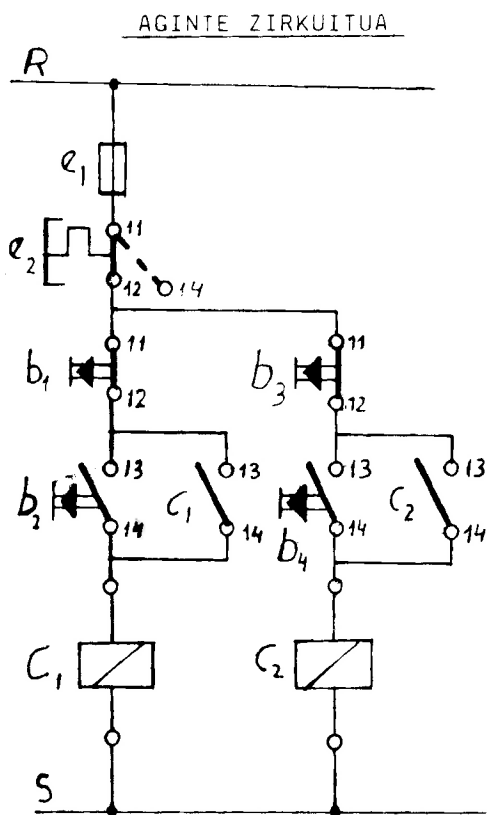
M O N O F A S I K O A K



T47



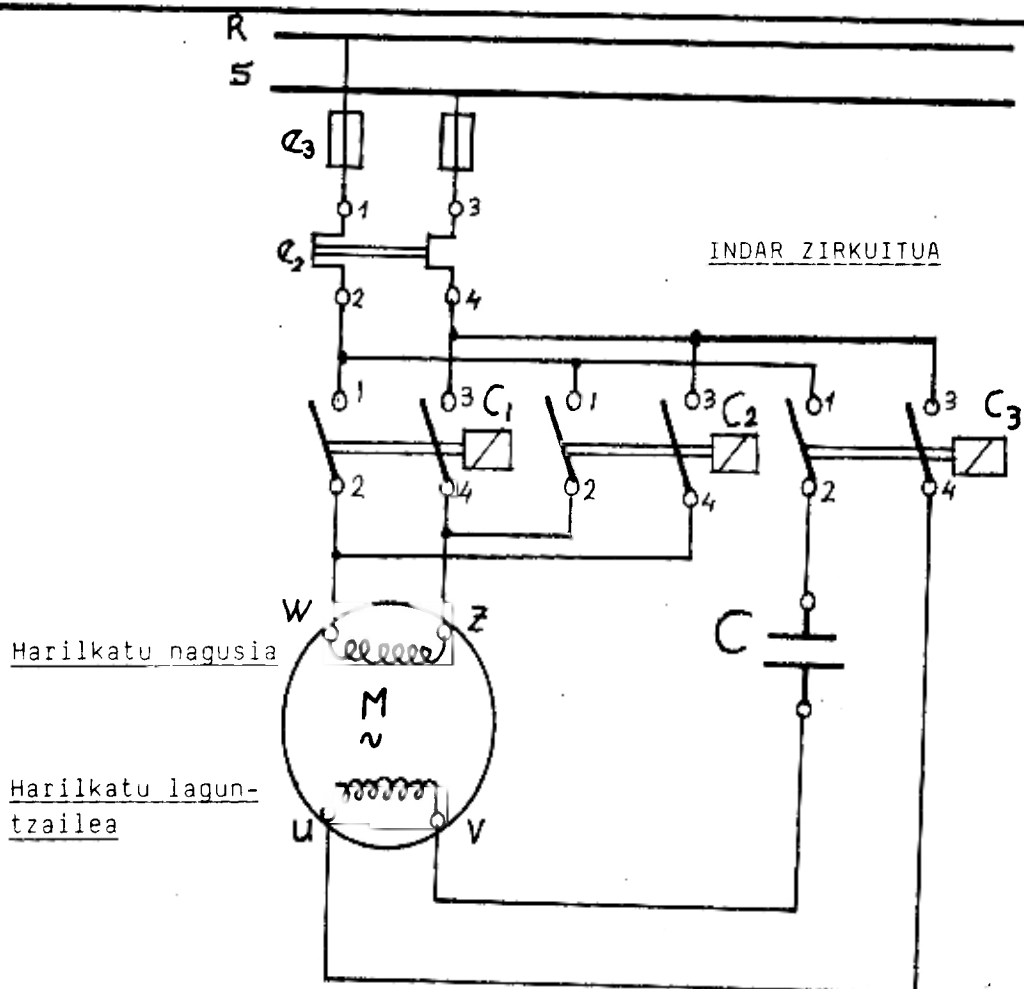
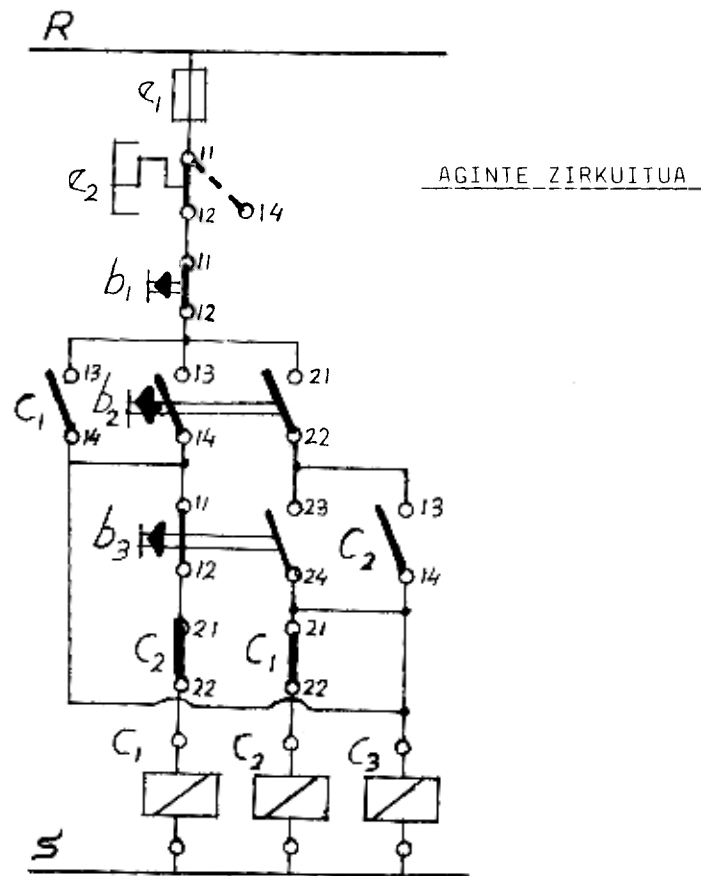




K O N K L U S I O A K

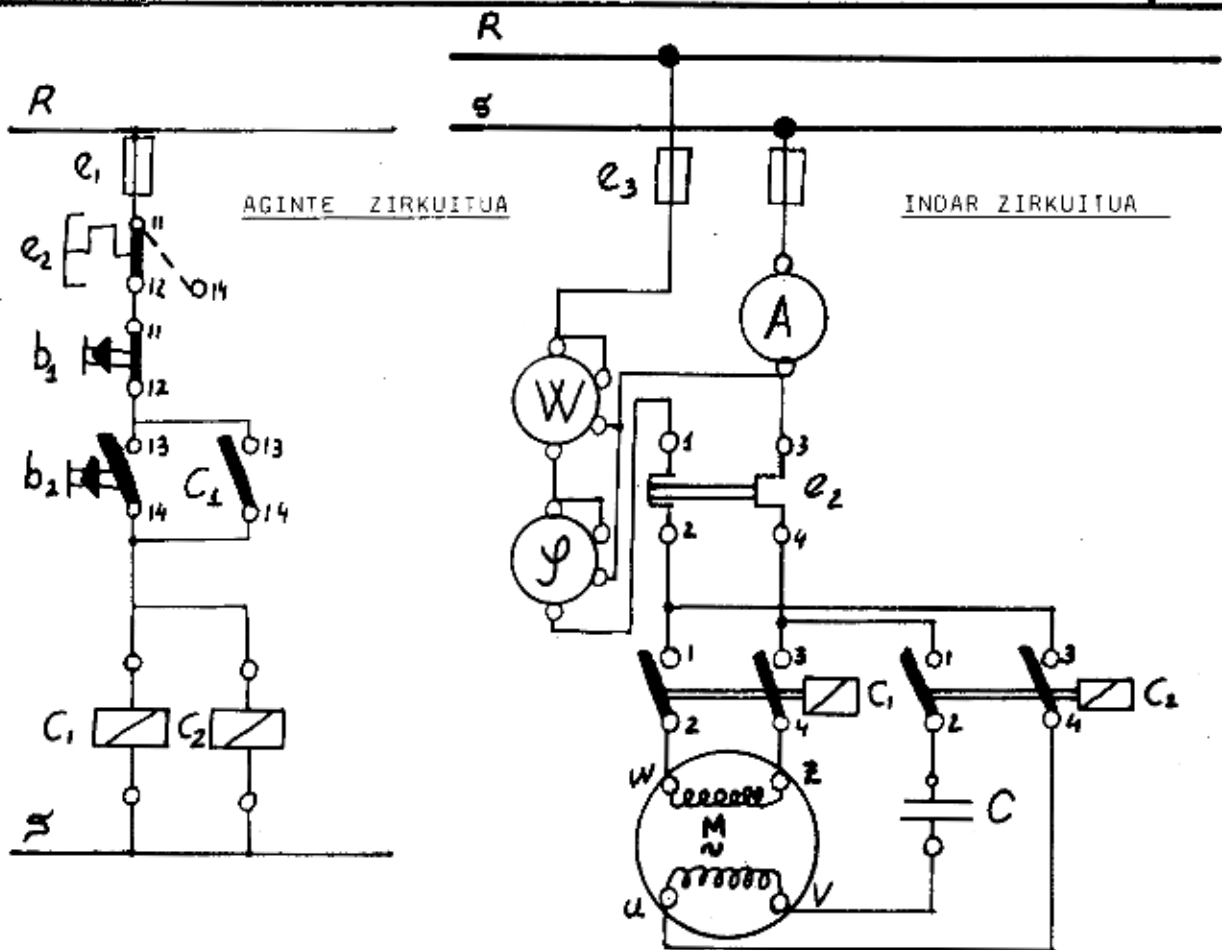
E S K E M A

T49



E S K E M A

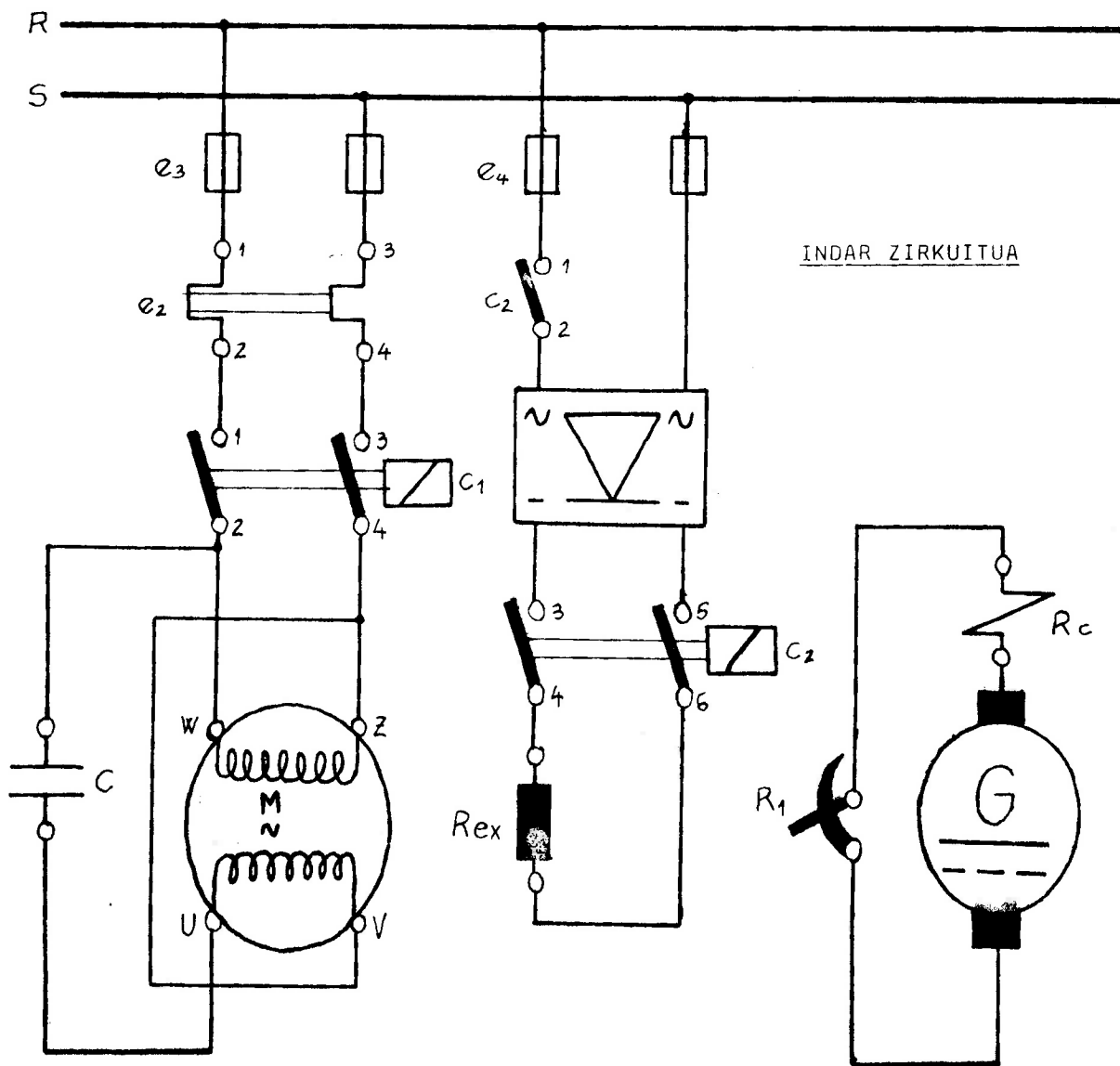
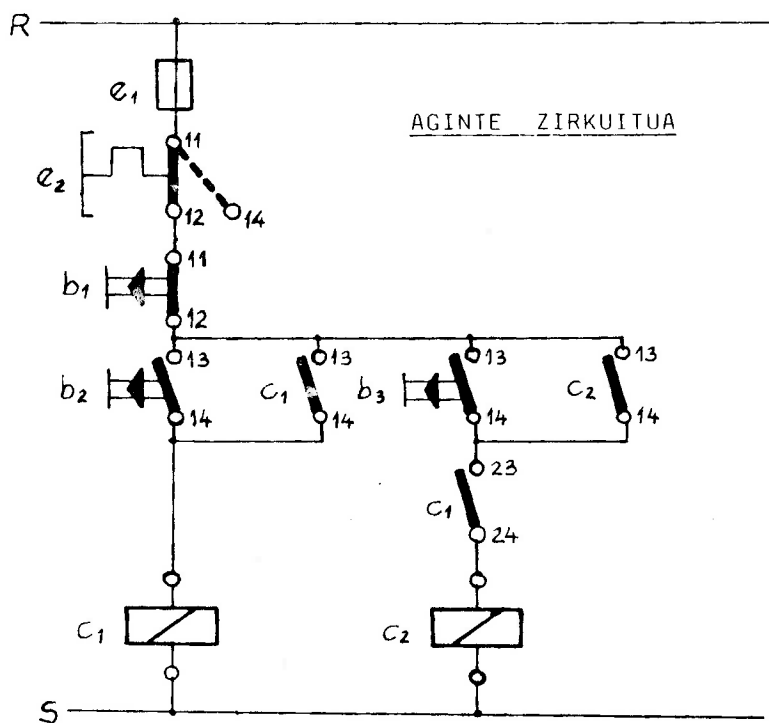
T50



P_{h_0}	750 W.	P_{ge}	125 W.
I_{h_0}	5 A.	P_{gm}	525 W.
$\cos.$	0,99	-	-

E S K E M A

T 51

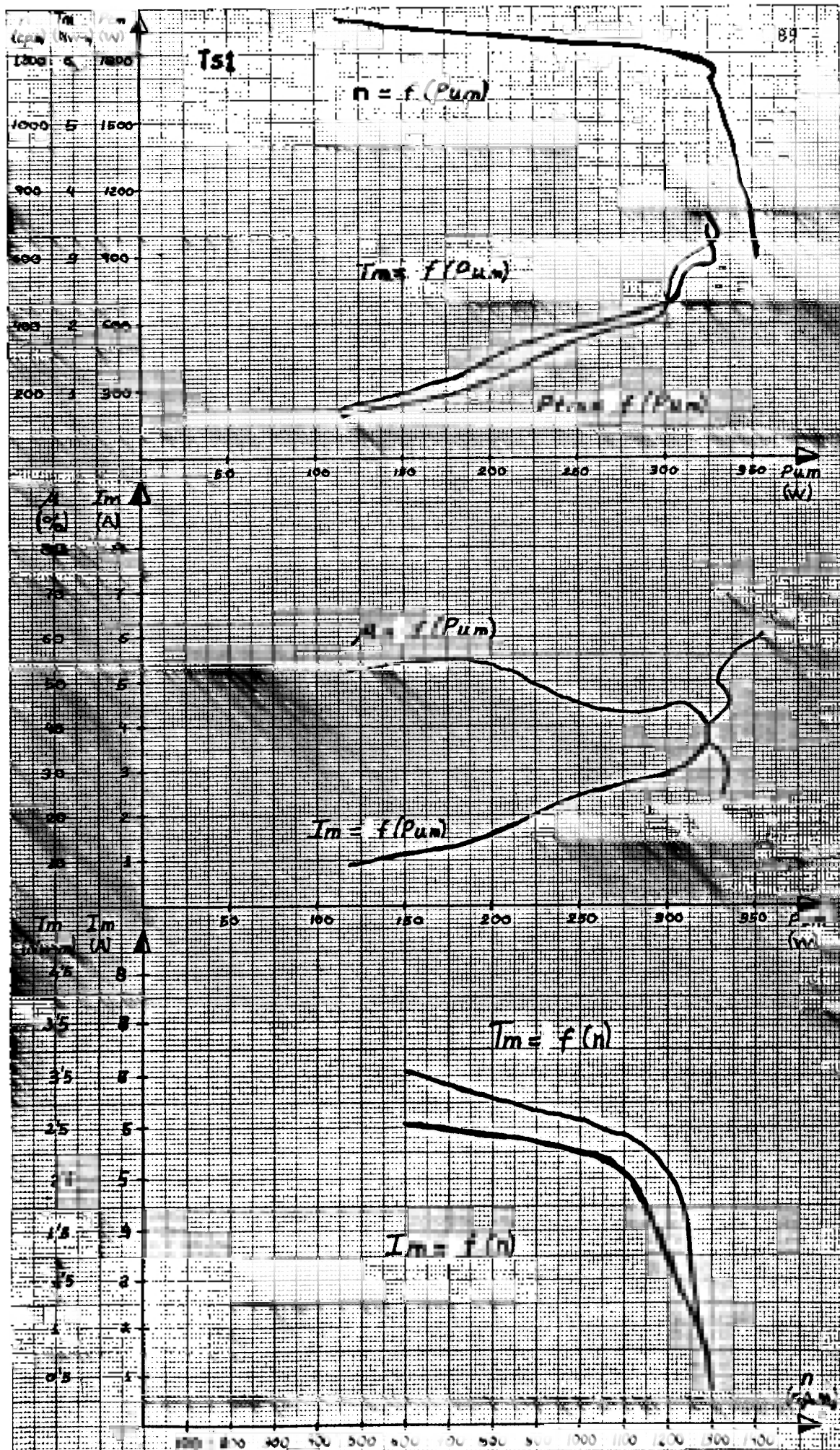


Im.	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	6
n	1300	1275	1250	1235	1225	1200	1175	1150	1125	600
Ph _m .	230	330	435	550	660	770	880	990	1100	
Cos. φ										
I _{kd} .	0,4	1	1,45	1,9	2,4	2,6	2,7	2,9	3	-
V _{bd} .	100	95	92	86	84	80	78	74	72	-
P _{gmd} .	80,2	78,7	77,1	76,2	75,6	74,1	72,5	71	64	
P _{ge_d}	0,8	5	10,5	18	28,8	33,8	36,4	42	45	-
Ph _d = Pe _m	121	179	221	258	306	316	319	327	325	350
$T_m = \frac{P_{em} \cdot 60}{2\pi n}$	0,88	1,33	1,68	1,98	2,38	2,51	2,59	2,71	2,76	3,5
$\mu = \frac{P_{em}}{Ph_m}$	0,52	0,54	0,5	0,46	0,46	0,41	0,36	0,33	0,25	-

T A U L A K

T 51

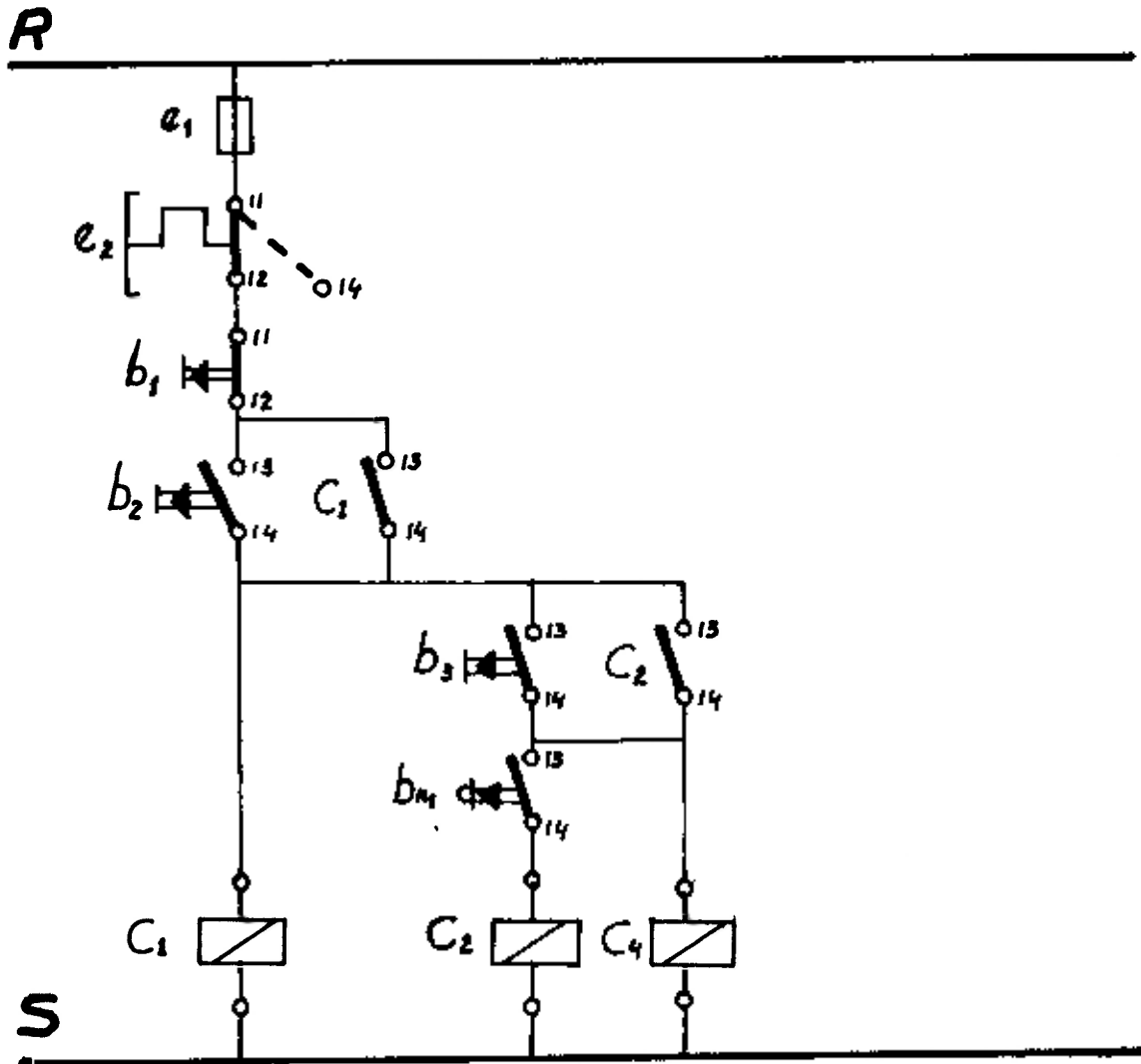
Im.	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5
n	1300	1275	1250	1235	1225	1200	1175	1150	1125	
Ph _m	230	330	435	550	660	770	880	990	1100	
Cos.										
Ikd.	0,4	1	1,45	1,9	2,4	2,6	2,7	2,9	3	
Vb _d	100	95	92	86	84	80	78	74	72	
Pgm _d	80,2	78,7	77,1	76,2	75,6	74	72,5	71	64	
Pge _d	0,8	5	10,5	18	28,8	33,8	36,4	42	45	
Ph _d = Pe _m	121	179	221	258	306	316	319	327	325	
$T_m = \frac{Pe_m \cdot 60}{2\pi n}$	0,88	1,33	1,68	1,98	2,38	2,5	2,59	2,71	2,76	
$\eta = \frac{Pe_m}{Ph_m}$	0,52	0,54	0,5	0,46	0,46	0,41	0,36	0,33	0,25	



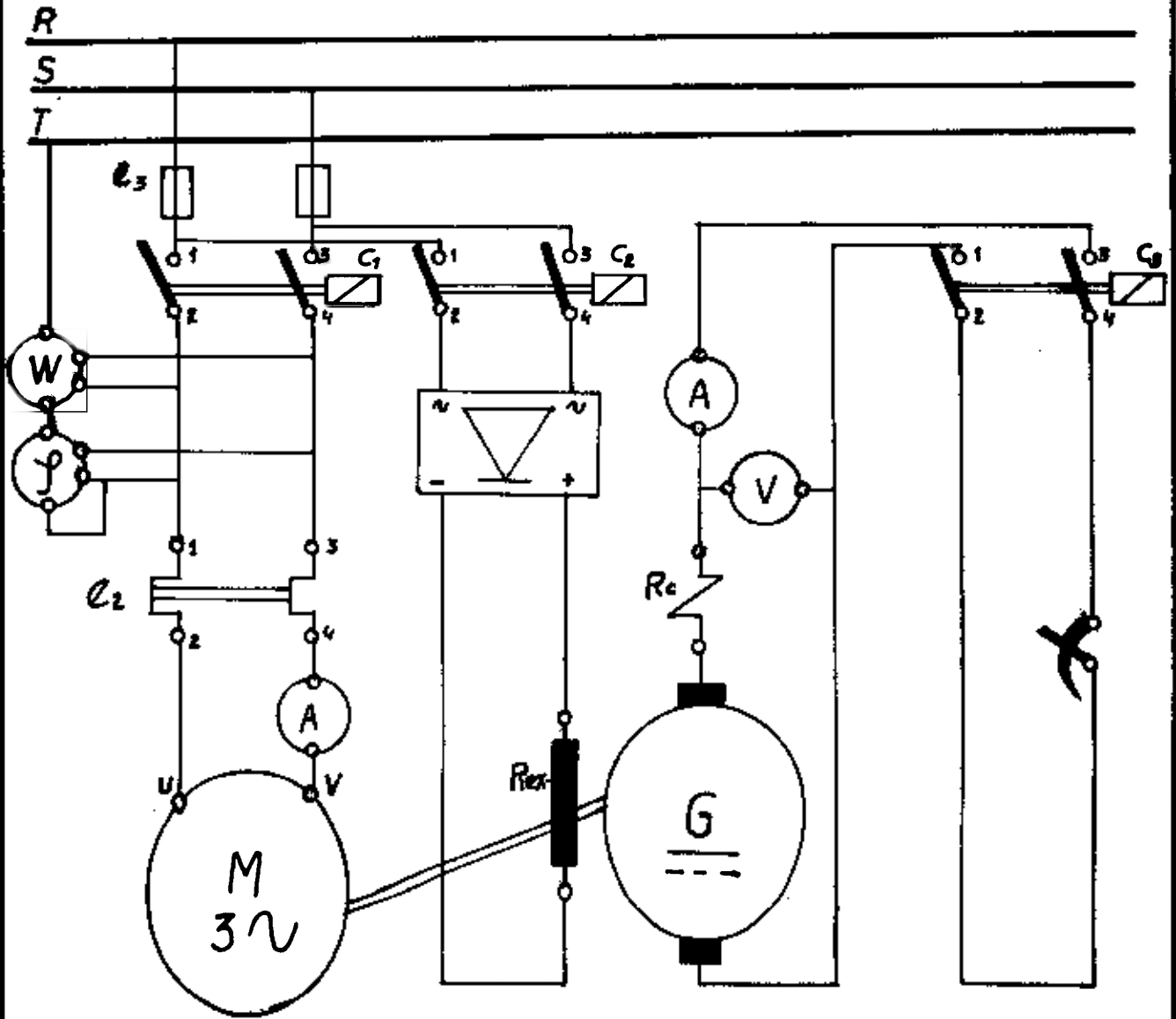
S I S T E M A M O N O F A S I K O Z E L I K A T U F A K O

M O T O R E T R I F A S I K O A K

AGINTE ZIRKUITUA



INDAR ZIRKITUA



T A U L A K

T 52

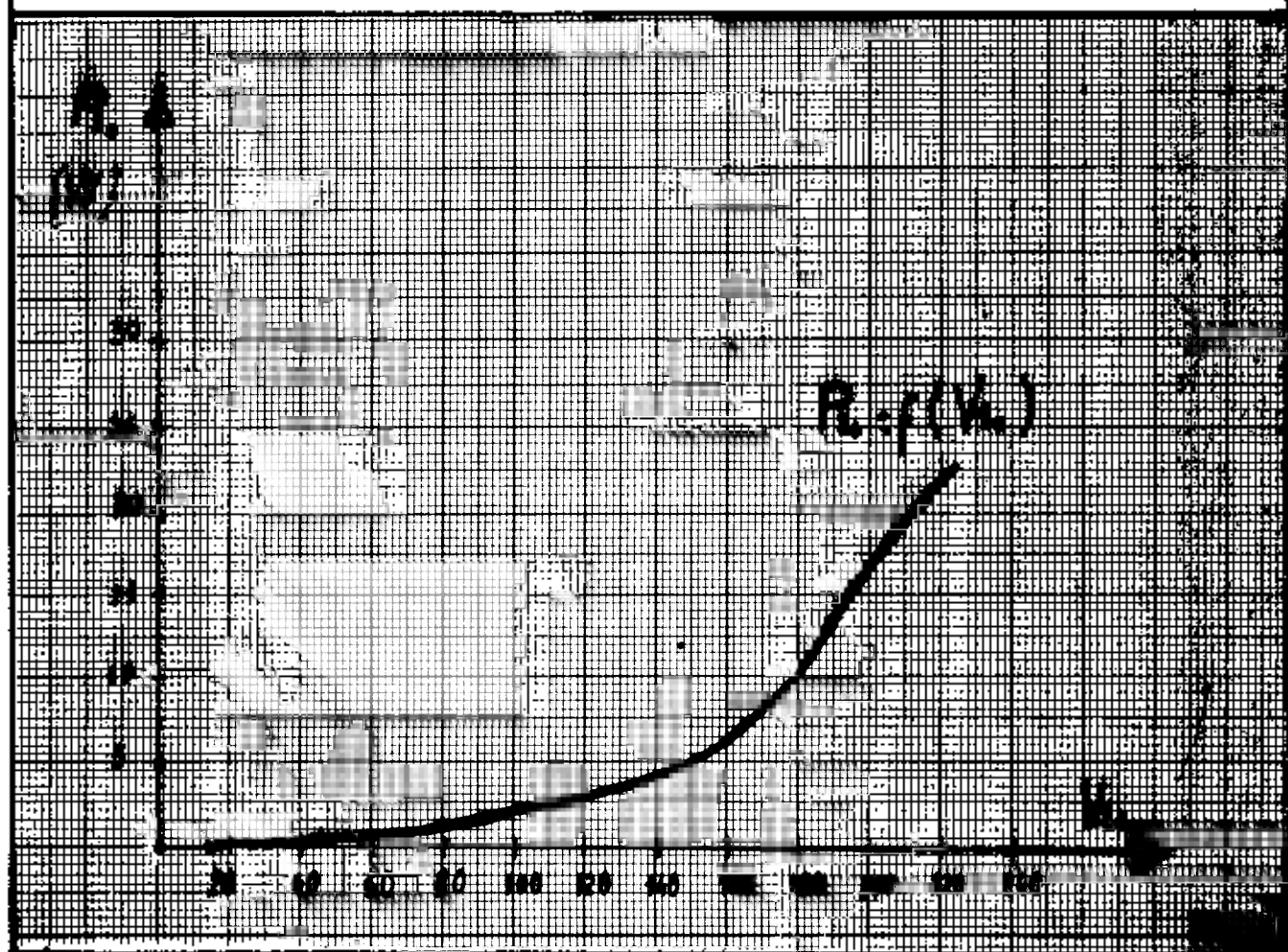
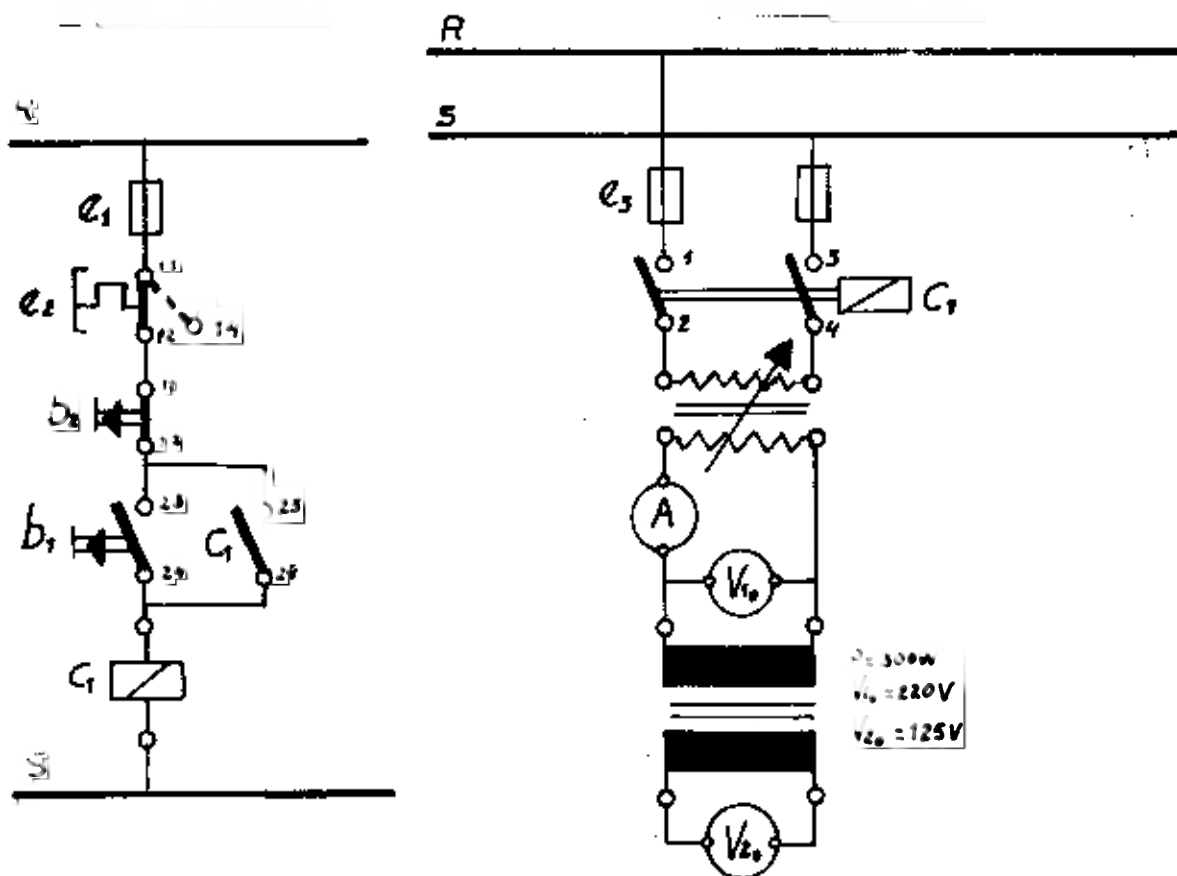
"b" konexioarentzat

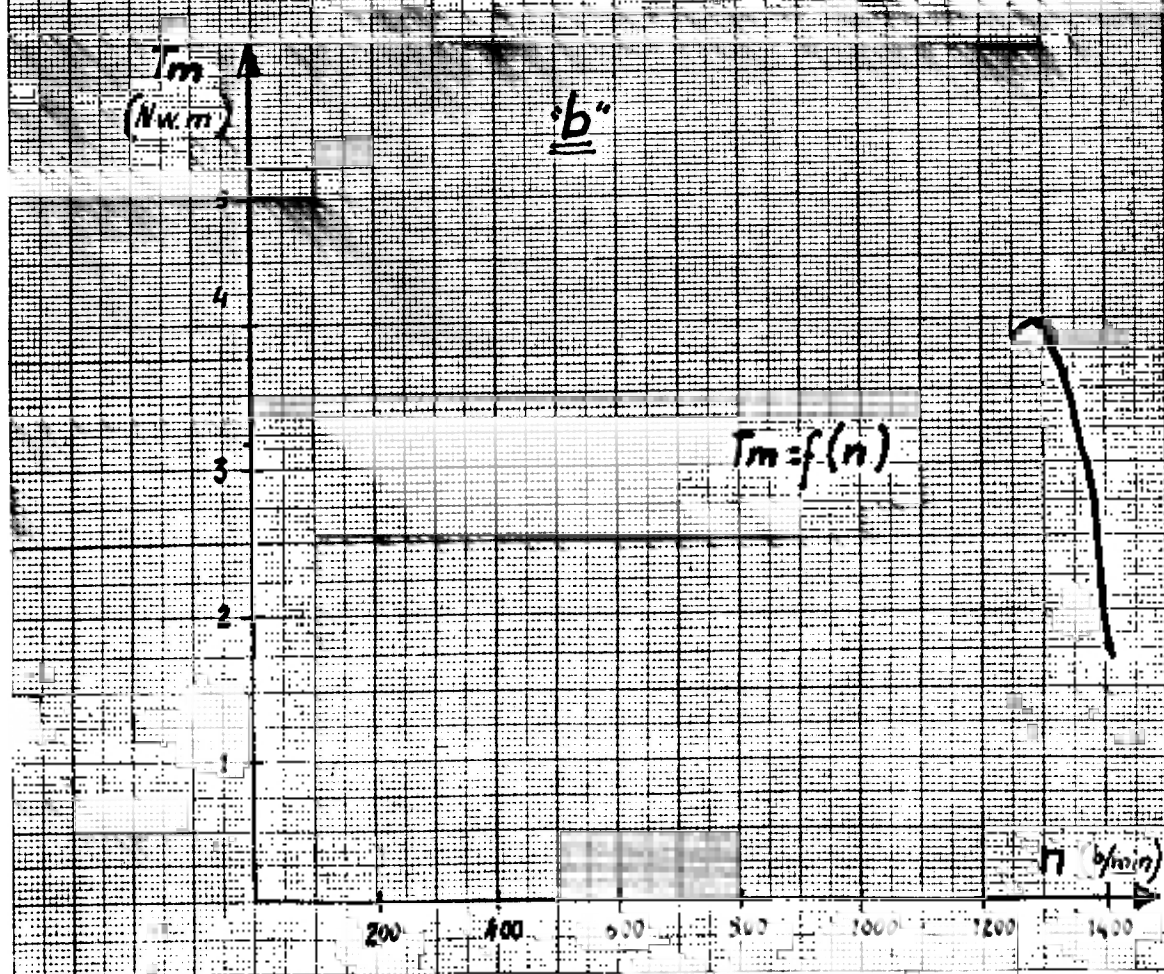
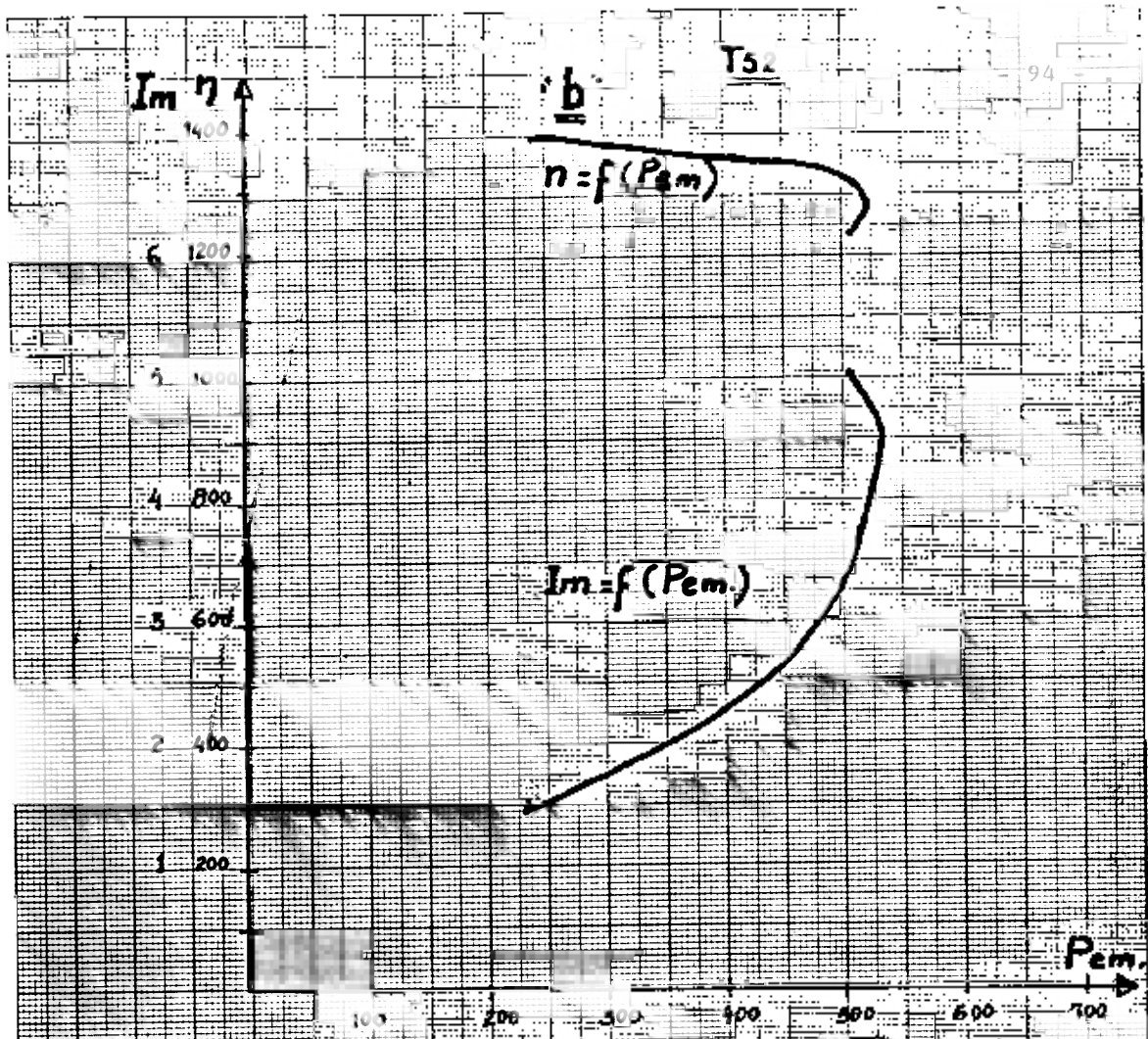
Im	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5
n		1390	1370	1360	1340	1320	1300	1270	1240	--
Ph _m		766	1072	1302	1532	1723	1415	2106	2298	--
Cos.φ		0,72	0,85	0,92	0,95	0,97	0,98	0,99	0,99	--
Ik _d		0,4	0,9	1,4	1,8	2,1	2,3	2,4	2,4	--
Vb _d		208	195	180	170	162	155	154	146	--
Pgm _d		178	170	165	162	156	153	146	140	--
Pge _d		3	6,75	10,5	13,5	15,8	17,3	18	18	--
Ph _d = Pe _m		264	352	427	481	512	527	533	508	--
$T_m = \frac{P_{e_m} \cdot 60}{2 \pi n}$		1,8	2,5	3	3,13	3,7	3,9	4	3,9	---
$\mu = \frac{P_{e_m}}{P_{h_m}}$		0,34	0,33	0,32	0,31	0,29	0,27	0,25	0,12	--

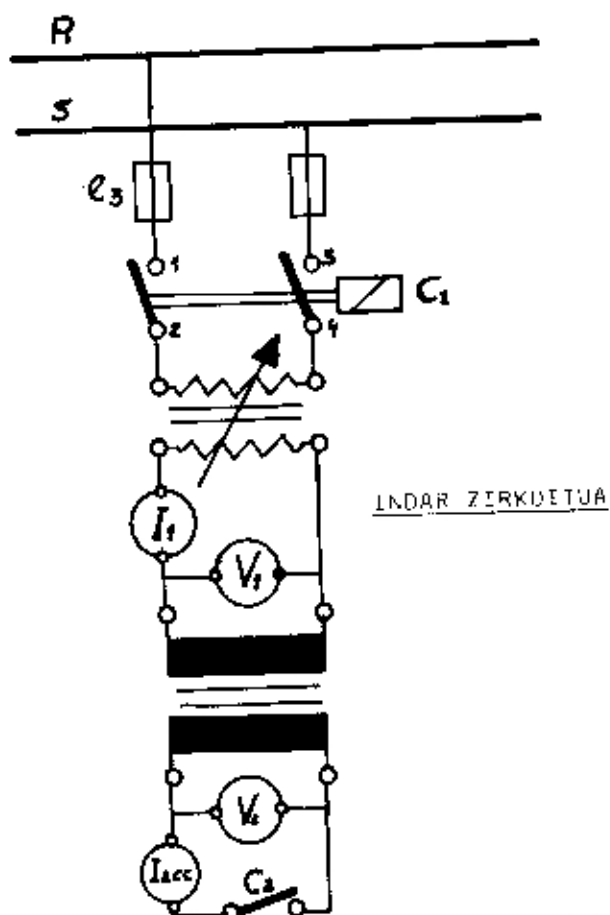
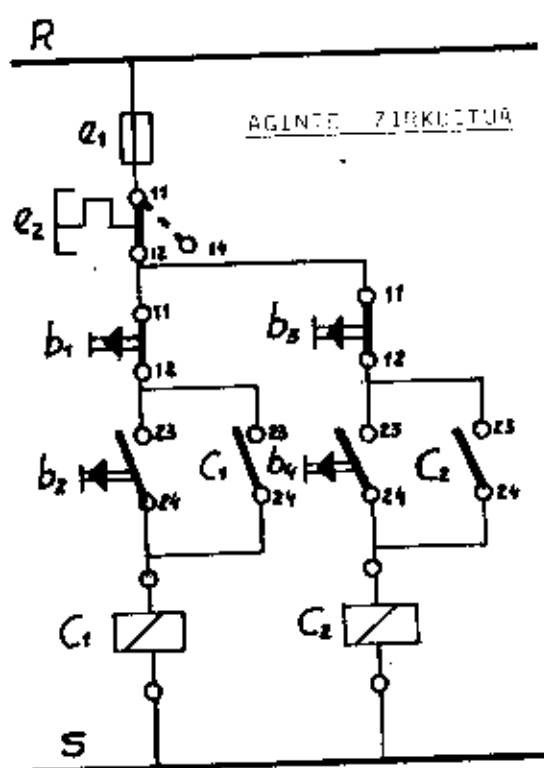
"d" konexioarentzat

Im	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5
n				1360	1330	1300	1270	1240	-	-
Ph _m				960	1320	1600	1800	2040	-	-
Cos.				0,99	0,99	0,96	0,90	0,85	-	-
Ik _d				1,1	1,7	2,1	2,35	2,5	-	-
Vb _d				190	172	160	150	143	-	-
Pgm _d				165	160	153	146	140	-	-
Pge _d				8,25	12,8	15,8	17,6	18,8	-	-
Ph _d = Pe _m				382	465	505	516	516	-	-
$T_m = \frac{P_{e_m} \cdot 60}{2 \pi n}$				2,7	3,34	3,7	3,88	3,87	-	-
$\mu = \frac{P_{e_m}}{P_{h_m}}$				0,39	0,35	0,31	0,28	0,25	-	-

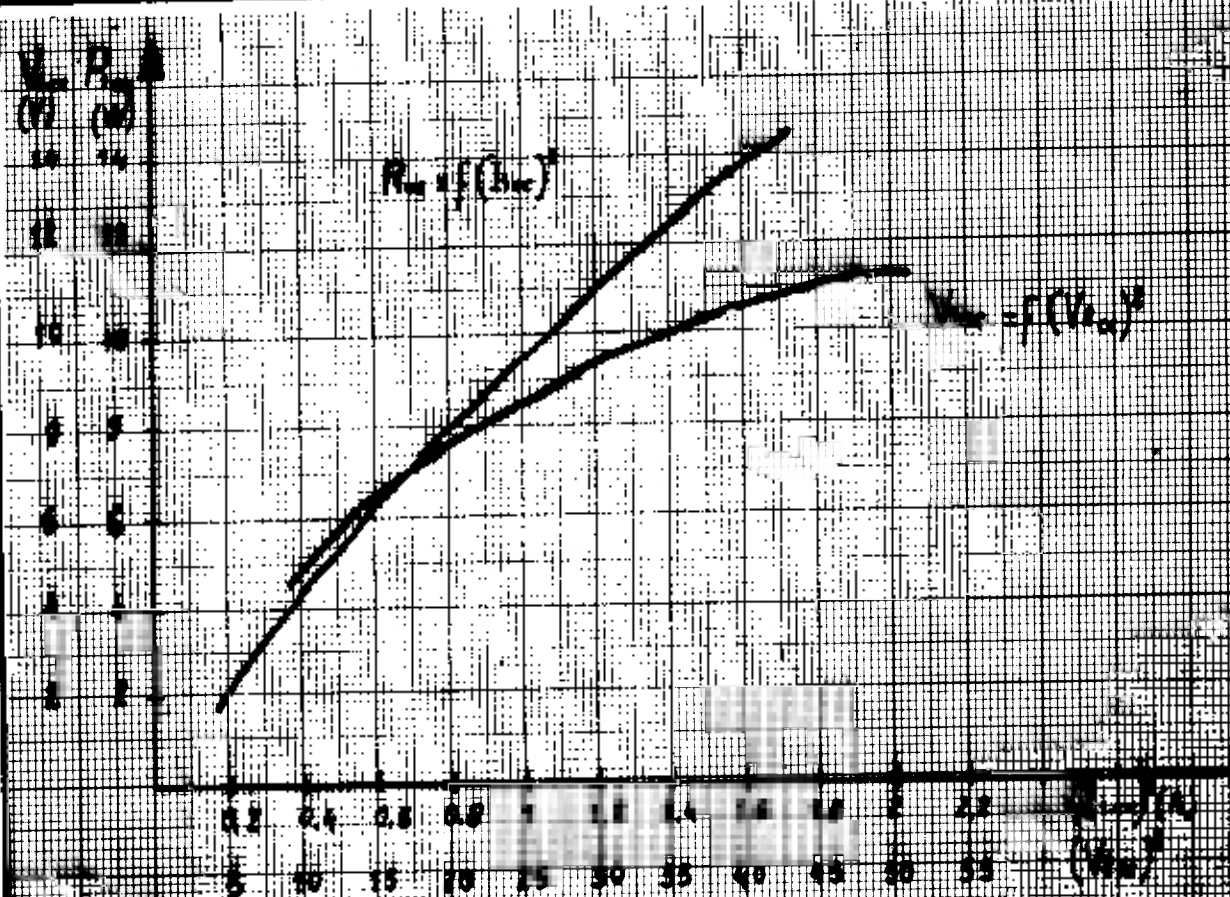
T R A N S F O R M A D O R E E S T A T I K O A K

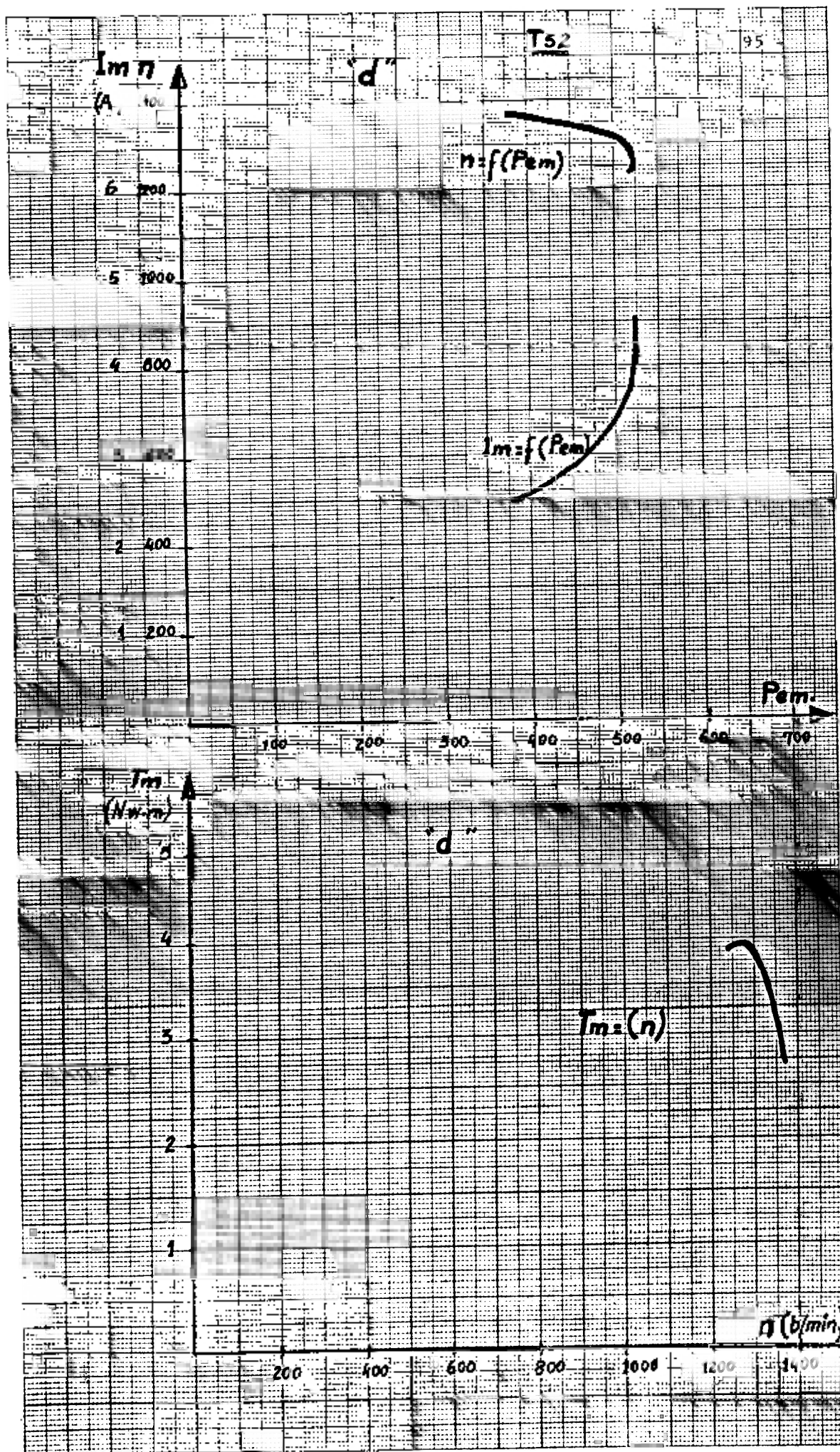






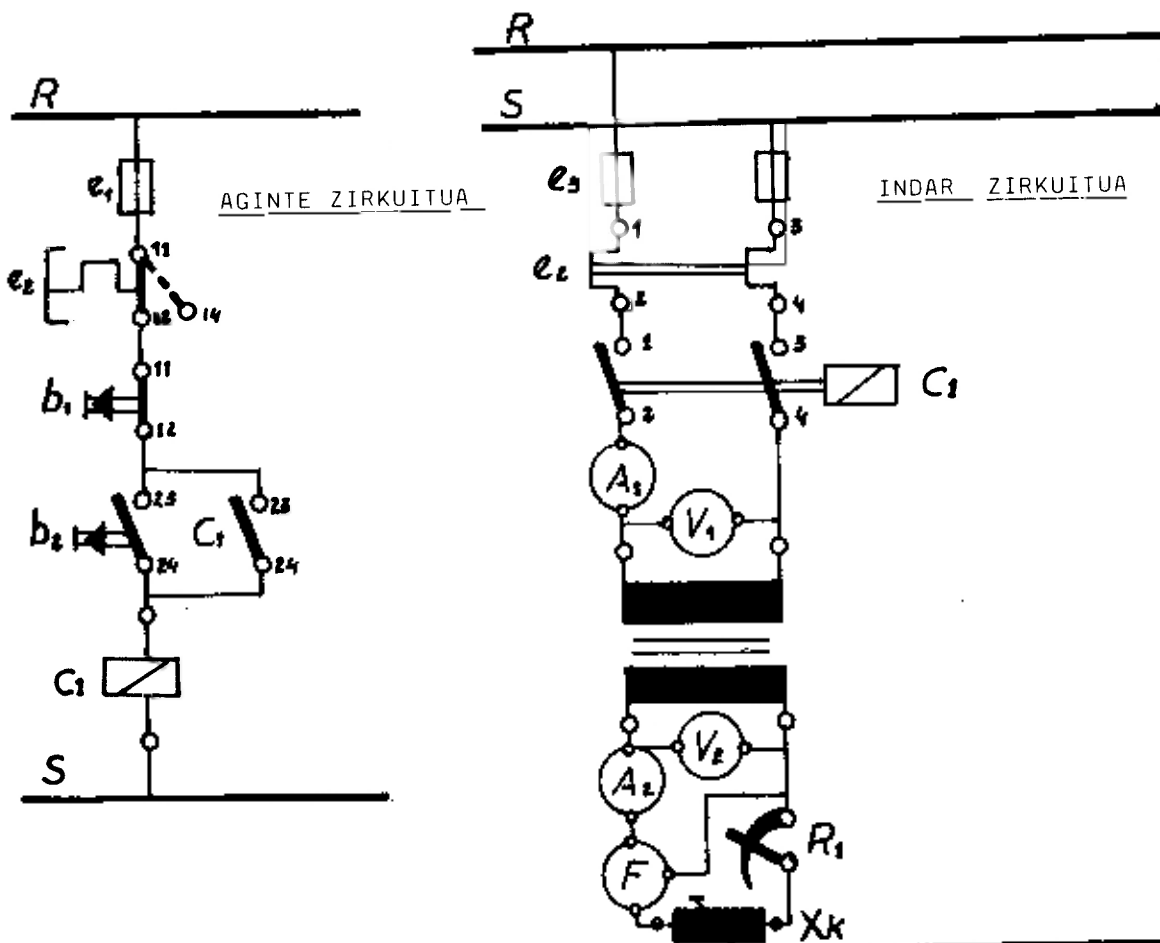
K U R R A K



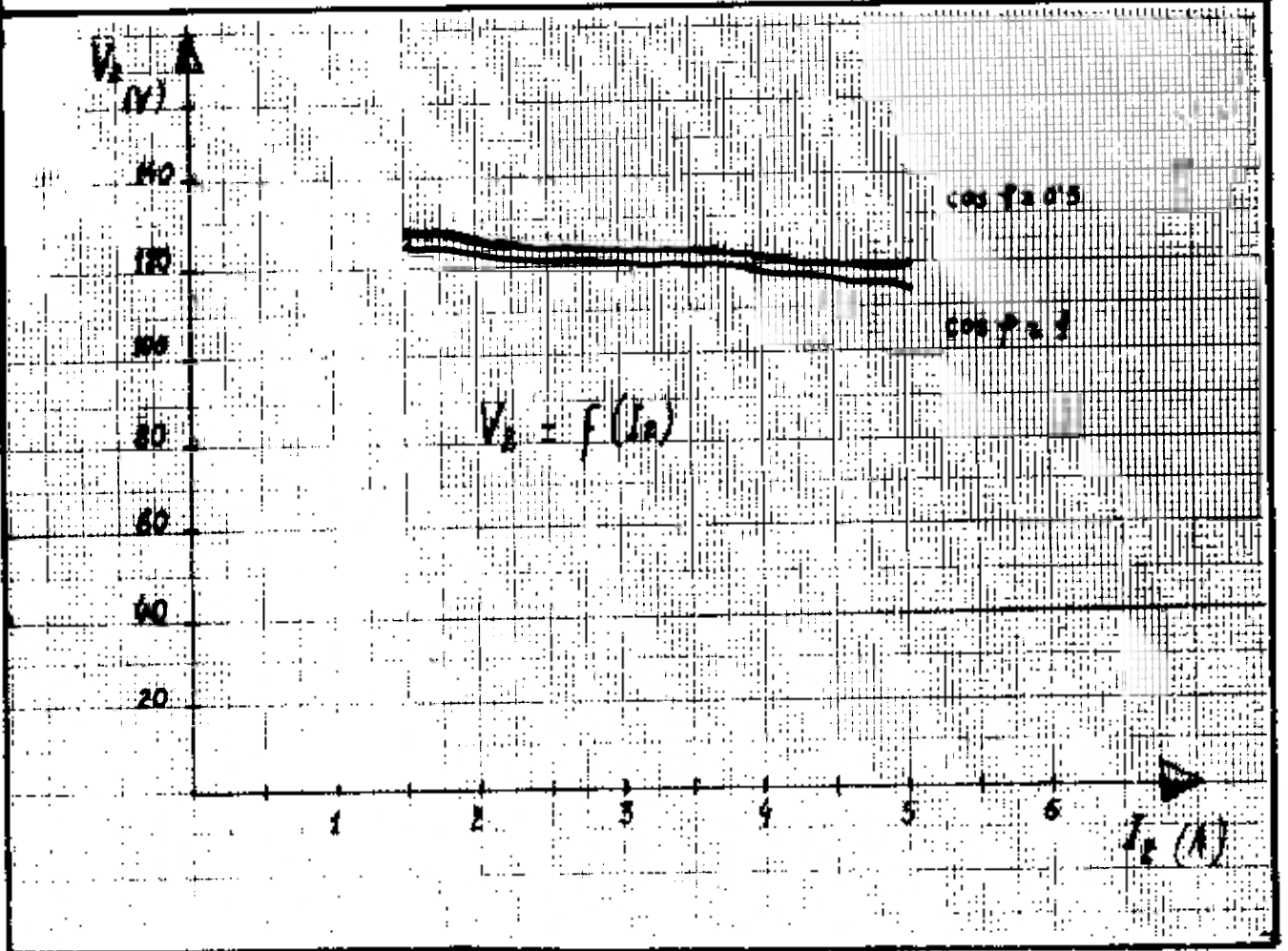


E S K E M A

T 55



K U R B A K



T A U L A K

T 55

$$\cos. \gamma = 1$$

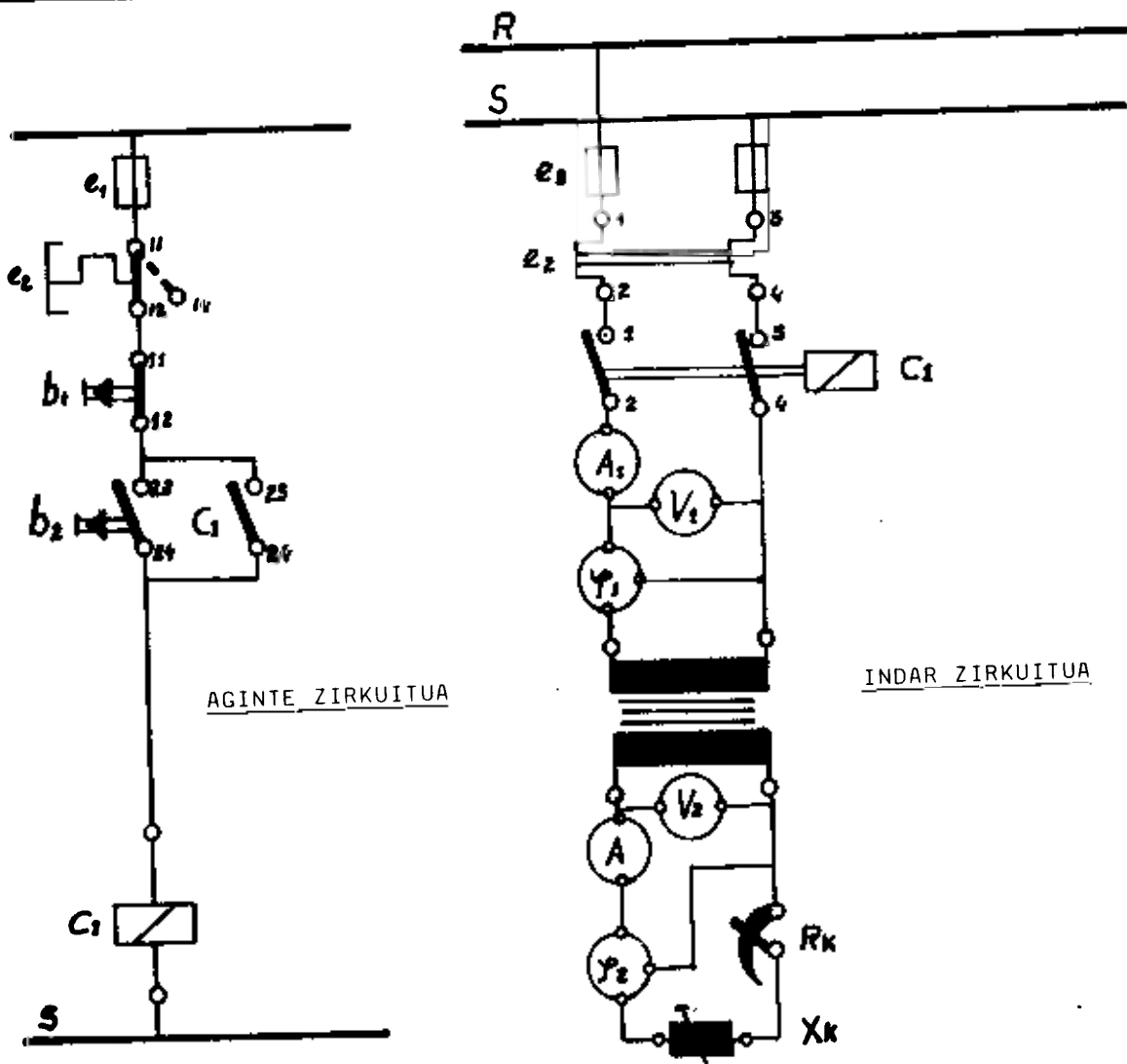
I_2	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5
I_1	0,7	1	1,4	1,6	1,9	2,2	2,5	2,8
V_2	124	122	120	120	120	118	116	114
V_1	220	220	220	220	220	220	220	220
P_2	186	244	312	360	432	472	522	570
P_1	152,6	218	305,2	349	414	479	545	610

$$\cos. \gamma = 0,5$$

I_2	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5
I_1	0,4	1,2	1,5	1,8	2,15	2,4	2,7	2,9
V_2	125	124	123	122	121	120	119	118
V_1	220	220	220	220	220	220	220	220
P_2	187,5	248	320	366	435	480	535	590
P_1	198	264	330	396	450	528	594	638

E S K E M A

T 57



HUTSEKO SAIKUNTZA:

$$V_{b1} = 220 \text{ V.}$$

$$I_{10} = 0,4 \text{ A.}$$

$$\cos \varphi_1 = 0,47$$

$$P_{po} = V_{b0} \cdot I_{10} \cdot \cos \varphi_1 = 220 \cdot 0,4 \cdot 0,47 = \underline{\underline{41 \text{ W.}}}$$

ZIRKUITULABURREKO SAIKUNTZA:

$$\underline{I_2 = 3 \text{ A.}}$$

$$V_{lcc} = 13 \text{ V.}$$

$$I_{lcc} = 1,6 \text{ A.}$$

$$\cos \varphi_1 = 0,99$$

$$P_{lcc} = V_{lcc} \cdot I_{lcc} \cdot \cos \varphi_1 = 13 \cdot 1,6 \cdot 0,99 = 20,6 \text{ W.}$$

Sekundarioak 3 anpereko korrontea ematen du enean, transformadorean sortzen diren potentzia galeren balioa 20,6 W. izango da.

$$\underline{I_2 = 5 \text{ A.}}$$

$$V_{lcc} = 22 \text{ V.}$$

$$I_{lcc} = 2,8 \text{ A.}$$

$$\cos \varphi_1 = 0,99$$

$$P_{lcc} = V_{lcc} \cdot I_{lcc} \cdot \cos \varphi_1 = 22 \cdot 2,8 \cdot 0,99 = 61 \text{ W.}$$

Sekundarioak 5 anpereko korrontea ematen du enean, transformadorean 61 W. ko potentzia galerak izango dira.

KARGAKO SAIKUNTZA

$$I_2 = 3 - \cos \varphi_2 = 1$$

$$V_{b1} = 220 \text{ V.}$$

$$V_{b2} = 120 \text{ V.}$$

$$I_1 = 2 \text{ A.}$$

$$\cos \varphi_1 = 0,96$$

$$P_2 = V_{b2} \cdot I_2 \cdot \cos \varphi_2 = 120 \cdot 3 \cdot 1 = 360 \text{ W.}$$

$$P_1 = V_{b1} \cdot I_1 \cdot \cos \varphi_1 = 220 \cdot 2 \cdot 0,96 = 380 \text{ W.}$$

$$\eta^1 = \frac{P_2}{P_2 + P_{p0} + P_{lcc}} = \frac{360}{360 + 41 + 20,6} = 0,85$$

$$\eta^2 = \frac{P_2}{P_1} = \frac{360}{380} = 0,94$$

KARGAKO SAIKUNTZA : $I_2 = 3 \text{ A.} - \cos \varphi_2 = 0,5$

$$V_{b1} = 220 \text{ V.}$$

$$V_{b2} = 124 \text{ V.}$$

$$I_1 = 2 \text{ A.}$$

$$\cos \varphi_1 = 0,45$$

$$P_2 = V_{b2} \cdot I_2 \cdot \cos \varphi_2 = 124 \cdot 3 \cdot 0,5 = 186 \text{ W.}$$

$$P_1 = V_{b1} \cdot I_1 \cdot \cos \varphi_1 = 220 \cdot 2 \cdot 0,45 = 198 \text{ W.}$$

$$\eta^1 = \frac{P_2}{P_2 + P_{p0} + P_{lcc}} = \frac{186}{186 + 41 + 20,6} = 0,75$$

$$\eta^2 = \frac{P_2}{P_1} = \frac{186}{198} = 0,93$$

KARGAKO SAIKUNTZA: $I_2 = 5 \text{ A.} - \cos \varphi_2 = 1$

$$V_{b1} = 220 \text{ V.}$$

$$V_{b2} = 115 \text{ V.}$$

$$I_1 = 3 \text{ A.}$$

$$\cos \varphi_1 = 0,98$$

$$P_2 = V_{b2} \cdot I_2 \cdot \cos \varphi_2 = 115 \cdot 5 \cdot 1 = 575 \text{ W.}$$

$$P_1 = V_{b1} \cdot I_1 \cdot \cos \varphi_1 = 220 \cdot 3 \cdot 0,98 = 647 \text{ W.}$$

$$\eta^1 = \frac{P_2}{P_2 + P_{p0} + P_{lcc}} = \frac{575}{575 + 41 + 61} = 0,84$$

$$\eta^2 = \frac{P_2}{P_1} = \frac{575}{647} = 0,88$$

KARGAKO SAIKUNTZA :

$$I_2 = 5A. \quad - \quad \cos \varphi_2 = 0,5$$

$$V_{b1} = 220 \text{ V.}$$

$$V_{b2} = 115 \text{ V.}$$

$$I_1 = 3 \text{ A.}$$

$$\cos \varphi_1 = 0,48$$

$$P_2 = V_{b2} \cdot I_2 \cdot \cos \varphi_2 = 115 \cdot 5 \cdot 0,5 = 287 \text{ W.}$$

$$P_1 = V_{b1} \cdot I_1 \cdot \cos \varphi_1 = 220 \cdot 3 \cdot 0,48 = 317 \text{ W.}$$

$$\eta^1 = \frac{P_2}{P_2 + P_{p0} + P_{lcc}} = \frac{287}{287 + 41 + 61} = \underline{0,74}$$

$$\eta^2 = \frac{P_2}{P_1} = \frac{287}{317} = \underline{0,9}$$

M O T O R E T R I F A S I K O A S I N K R O N O B A T E N

H A R I L K E T A

MOTORE TRIFASIKO ASINKRONO BATEN HARILKETA

AZALPENA .- Praktika hau motorearen bobinatze soil bat bakarrik ez denez, kalkuloak egiten hasteko oinarri bezala, bobinatu behar duen motoreari eskatuko zaizkion zenbait ezaugarri eta xehetasun eman zaizkio ikasleari.
Kasu konkretu hontan, aurretik bobinaturik zegoen motore bat eman zaio beste ezaugarri batzuetara molda dezan.

EMANDAKO DATUAK:

Aurreko harilkatuarenak: $K = 24$; $2p = 2$; $q = 3$

$$T_m = 5 \text{ Nw.m}$$

$$I_f = 3,77 \text{ A.}$$

$$N_f = 200 \text{ espira(faseko.)}$$

Harilkatu berriarentzat eskatzen dena:

$$V_L = 220 \text{ V.}$$

$$K = 24$$
 ; $2p = 4$; $q = 3$

$$T_m = 10 \text{ Nw.m}$$

Harilkatu mota: kapa ba teko inbrikatua.

$$\mu = 0,9 \quad / \quad \cos.\varphi = 0,92$$

KALKULOA .- Kasu hontan eskatzen zaigun, motorearen momentua eta beraz potentzia doblatzea da, beste ezaugarriak mantenduz. Harilkatu berria kalkulatzeko erabili den kriterioa, kalkulatu sofistikatuetatik ihes egitea izan da. Hori dela eta "hurbiltze-kalkuloa" egokiagotzat jo dugu maila hauetarako eta kalkulu horren bidez lortzen diren ondorioak saiakuntza bidez laborategian frogatu eta teoriarik kalkulatu denarekin konparatu.
Hona hemen jarraitu den kalkulu eta sakuntza prozesua eta ondorioak:

Hariaren sekzioa:

$$T = \frac{P_e \cdot 60}{2\pi n} ; P_e = \frac{2\pi \cdot n \cdot T}{60} = \frac{6,28 \cdot 3000 \cdot 10}{60} = 3140 \text{ W}$$

$$P_h = \frac{P_e}{\mu} = \frac{3140}{0,9} = 3488 \text{ W.}$$

$$I_L = \frac{P_h}{\sqrt{3} V_L \cos.\varphi} = \frac{3488}{\sqrt{3} 220 \cdot 0,92} = 9,6 \text{ A.}$$

$$I_f = \frac{I_l}{\sqrt{3}} = \frac{9,6}{3} = 5,75 \text{ A.}$$

$$S_h = \frac{I}{\delta} = \frac{5,75}{7} = 0,82 \text{ mm}^2$$

$$d_h = \sqrt{\frac{4 \cdot S_h}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,82}{3,14}} = 1 \text{ mm.}$$

Fase bakoitzeko espiren kalkulua:

Fase bakoitzean jarri behar diren espiren kopurua kalkulatzeko, behar-beharrezkoa izango da, lehenengo eta behin, lortu nahi den momentu motoreak, espirekin eta fluxorekin duen erlazioa aztertzea.

Motore elektrikoetan lortu nahi den helburua energia elektrikoa energia mekaniko bihurtzea denez, ikus dezagun lehenengo, fisika mekanikoaren ikuspuntutik, potentzia, abiadura eta momentuaren arteko erlazioa:

$$P = F \cdot v ; \text{nondik, } F = \frac{P}{v}$$

Aurreko formulari $v = f(n)$ atera eta ordezkatuz,

$$F = \frac{P}{\frac{\pi \cdot D \cdot n}{60}} = \frac{P \cdot 60}{\pi \cdot D \cdot n} ; \text{non, } n = \text{buelta/min.}$$

$D = \text{diametroa (m.)}$

$P = \text{Potentzia (W)}$

Bestalde,

$$T = F \cdot \frac{D}{2} ; \text{beraz, } T = \frac{P \cdot 60}{\pi \cdot D \cdot n} \cdot \frac{D}{2} = \frac{P \cdot 60}{2 \pi n} = \text{Nw.m}$$

Nolanahi ere motore elektrikoak energia elektrikoa hartzen duenez, aurreko formula hori ikuspuntu elektriko batetatik begiratzuz,

$$P = E \cdot I \cdot \cos \varphi ; \text{beraz,}$$

$$T = \frac{E \cdot I \cdot \cos \varphi \cdot 60}{2 \pi n} ; \text{bestalde, } E = \frac{4,44 \cdot f \cdot \phi}{10^8} \text{ N}$$

Beraz,

$$T = \frac{4,44 \cdot f \cdot \phi}{10^8} \cdot I \cdot \cos \varphi \cdot \frac{60}{2 \pi n}$$

Aurreko formula hortan,

$$K = \frac{4,44 \cdot f \cdot 60 \cdot \cos \varphi}{2 \cdot n \cdot 10^8} = \text{konstante}$$

Beraz,

$$T = K \cdot N \cdot \phi \cdot I$$

Aztertzen ari garan kasu hortan motorearen momentua doblatu egin nahi dugu.

Horrela bada,

$$T_2 = 2T_1; \text{ hau da,}$$

$$K \cdot N_2 \cdot \phi_2 \cdot I_2 = 2 K \cdot N_1 \cdot \phi_1 \cdot I_1 \quad (1)$$

Bobina batek sortzen duen fluxoaren balioa, espira ko puruaren eta bobinatik pasatzen den korrontearen funtzio zuzenean dagoenez gero, aurreko formula hortan N_1 eta N_2 berdinak direla suposatuz, I_2 doblatzen badugu; hau da, $I_2 = 2I_1$, ϕ_2 fluxoa ere doblatu egingo da eta beraz, lortzen den momentua, aurrekoa baino lau aldiz haundiagoa izango litzateke eta ez bi aldiz jarraitako baldintzetan agertzen den bezala.

Hau da,

$$T_2 = K \cdot N \cdot 2I_1 \cdot 2\phi_1 = 4T_1 \text{ gertatuko litzateke}$$

eta honek (1) ekuazioa gezurtatuko luke

Beraz, (1) ekuazioa mantendu nahi badugu,

$I_2 = \sqrt{2} \cdot I_1$ eta horrela $\phi_2 = \sqrt{2} \cdot \phi_1$ izan behar du eta ondorioz, (1) ekuazioa beste era hontara ere jar daiteke:

$$K \cdot N_2 \cdot \sqrt{2} \cdot I_1 \cdot \sqrt{2} \cdot \phi_1 = 2 K \cdot N_1 \cdot I_1 \cdot \phi_1 \text{ eta,}$$

$$\sqrt{2} \cdot I_1 = I_2 \text{ denez, asken batean,}$$

$$K \cdot N_2 \cdot I_2 \cdot \sqrt{2} \cdot \phi_1 = 2 K \cdot N_1 \cdot I_1 \cdot \phi_1; \text{ nondik,}$$

$$N_2 = \frac{2 \cdot K \cdot N_1 \cdot I_1 \cdot \phi_1}{I_2 \cdot \sqrt{2} \cdot \phi_1} = \frac{2 \cdot N_1 \cdot I_1}{\sqrt{2} \cdot I_2}$$

Eta emandako datuetatik hartutako zenbakiak aplikatuz,

$$N_2 = \frac{2 \cdot 200 \cdot 3,77}{\sqrt{2} \cdot 5,75} = 240 \text{ espira fase bakoitzean.}$$

LABORATEGIKO ENTSEGUA: Egindako kalkuluen arabera motorea bo-
binatu eta laborategian entsegatu ondo-
ren ateratako datuak dira jarraian e-
maten direnak:

HUTSEKO EZAUGARRIAK

$V_f = V_l = 220 \text{ V.}$

$IL_0 = 0,7 \text{ A.}$

$n = 2.850 \text{ b/min.}$

$\cos. \varphi = 0,92$

$P_{h0} = 200 \text{ W.}$

KARGAKO EZAUGARRIAK

Tm	1,8	2	3	4	5	6	7	7,4	8,6
Cosφ	0,95	0,93	0,92	0,92	0,92	0,92	0,8	0,7	-
IL	1,6	1,7	2,2	3	3,5	4,1	5,5	8	9
n	2790	2770	2720	2650	2530	2510	2410	800	0

E S K E M A R E N K A L K U L O A

$K_{pq} = \frac{K}{2pq} = \frac{24}{2 \cdot 3} = 4$

$B = \frac{K}{2} = \frac{24}{2} = 12 \text{ bobina}$

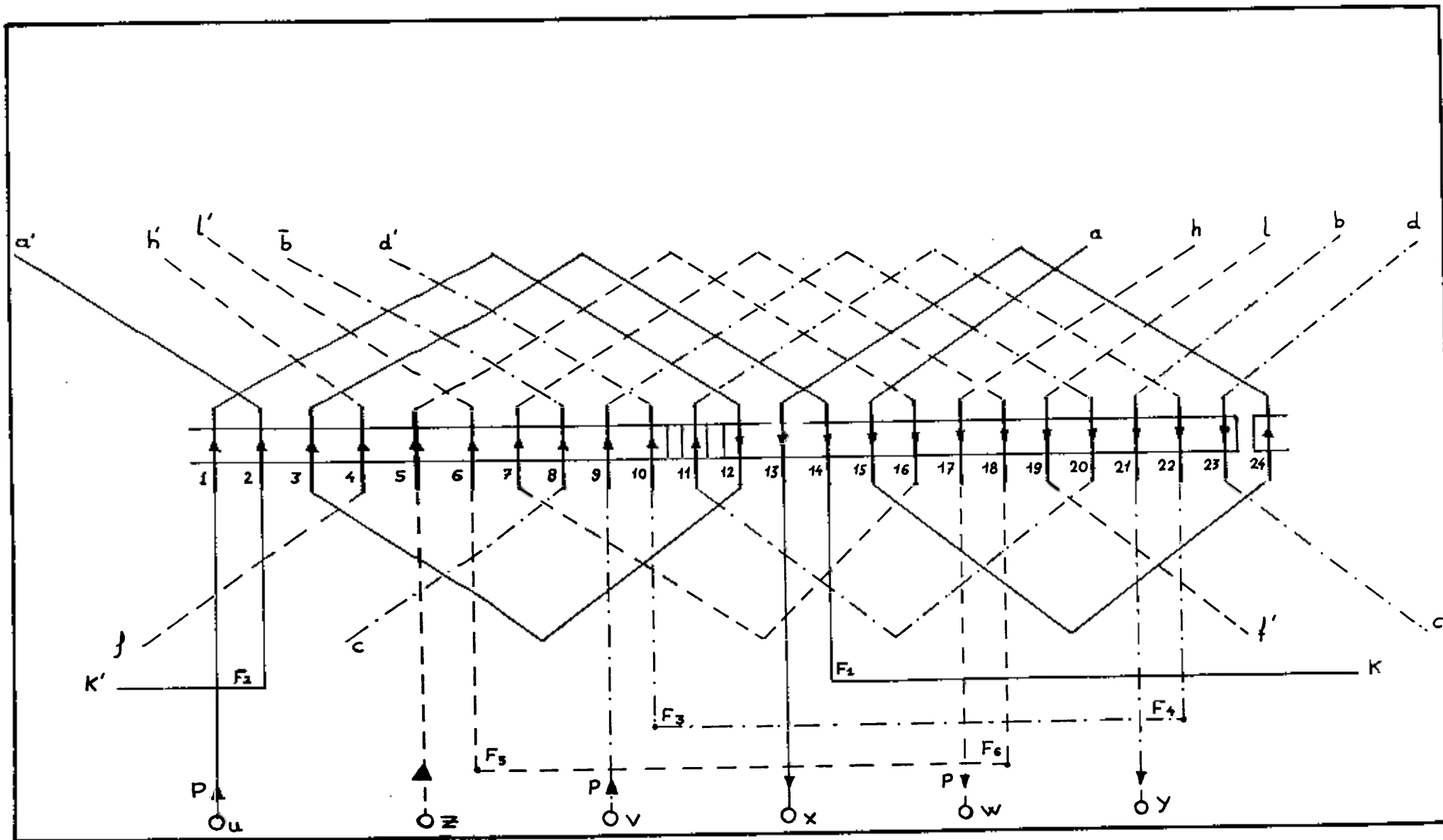
$U = \frac{B}{2pq} = \frac{12}{6} = 2 \text{ bobina grupo bakiotzean.}$

$Y_p = \frac{K}{2p} = \frac{24}{2} = 12 \text{ kanal.}$

$Y_l = Y_k = Y_p - 1 = 12 - 1 = 11$

$Y_2 = Y_l - 2 = 11 - 2 = 9$

$Y_{120} = \frac{K}{3p} = \frac{24}{3} = 8$





T₁ X

$$\cos \varphi = f(T_m)$$

cos φ

1
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1

1

2

3

4

5

6

7

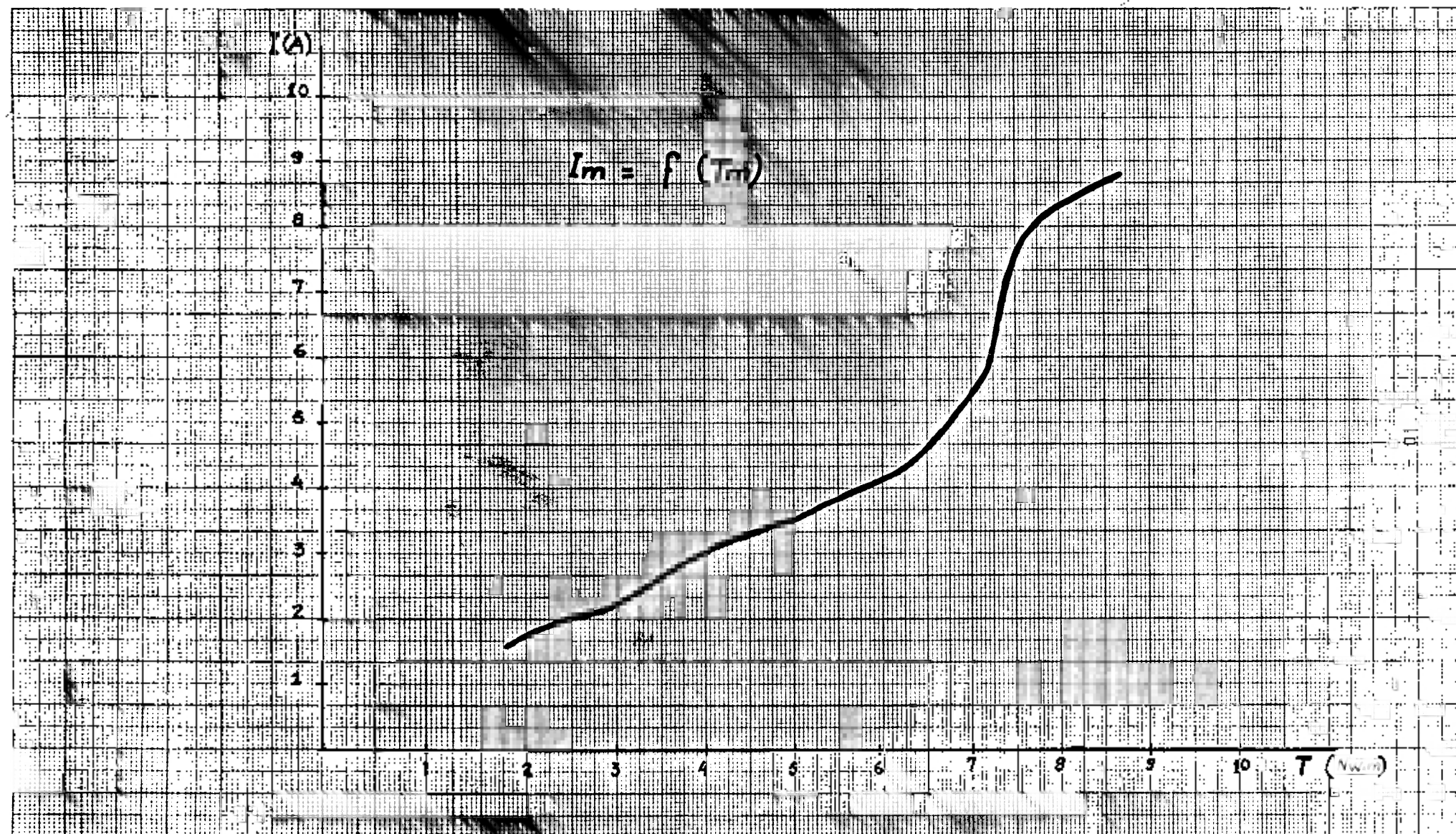
8

9

10

T(N_w)

109





Caja de Ahorros Municipal
Aurrerki Kutxa Munizipala