

*W. Kozłowski*

~~AKADEMIA GÓRNICZA W KRAKOWIE  
KATEDRA GÓRNICTWA I.~~

~~W. 2 875~~

URZĄDZENIA ELEKTRYCZNE

W. 20



021.3:021.313

URZĄDZENIA  
ELEKTRYCZNE  
DO  
SIŁY I ŚWIATŁA

PODRĘCZNIK KIESZONKOWY ELEKTROTECHNIKI  
PRAKTYCZNEJ Z UWZGLĘDNIENIEM MONTAŻU,  
DOZORU I OBSŁUGI

UŁOŻYŁ

**STANISŁAW ODROWĄŻ WYSOCKI**  
PROFESOR POLITECHNIKI WARSZAWSKIEJ

WYDANIE TRZECIE UZUPEŁNIONE

221



NAKŁAD GEBETHNERA I WOLFFA  
WARSZAWA — KRAKÓW — LUBLIN — ŁÓDŹ  
POZNAŃ — WILNO — ZAKOPANE

[b.m.]  
[1838]



DRUKARNIA TECHNICZNA, SP. AKC., WARSZAWA, UL. CZACKIEGO 3/5

BZ07PK/005-29

~~24-15-9917~~ (A)

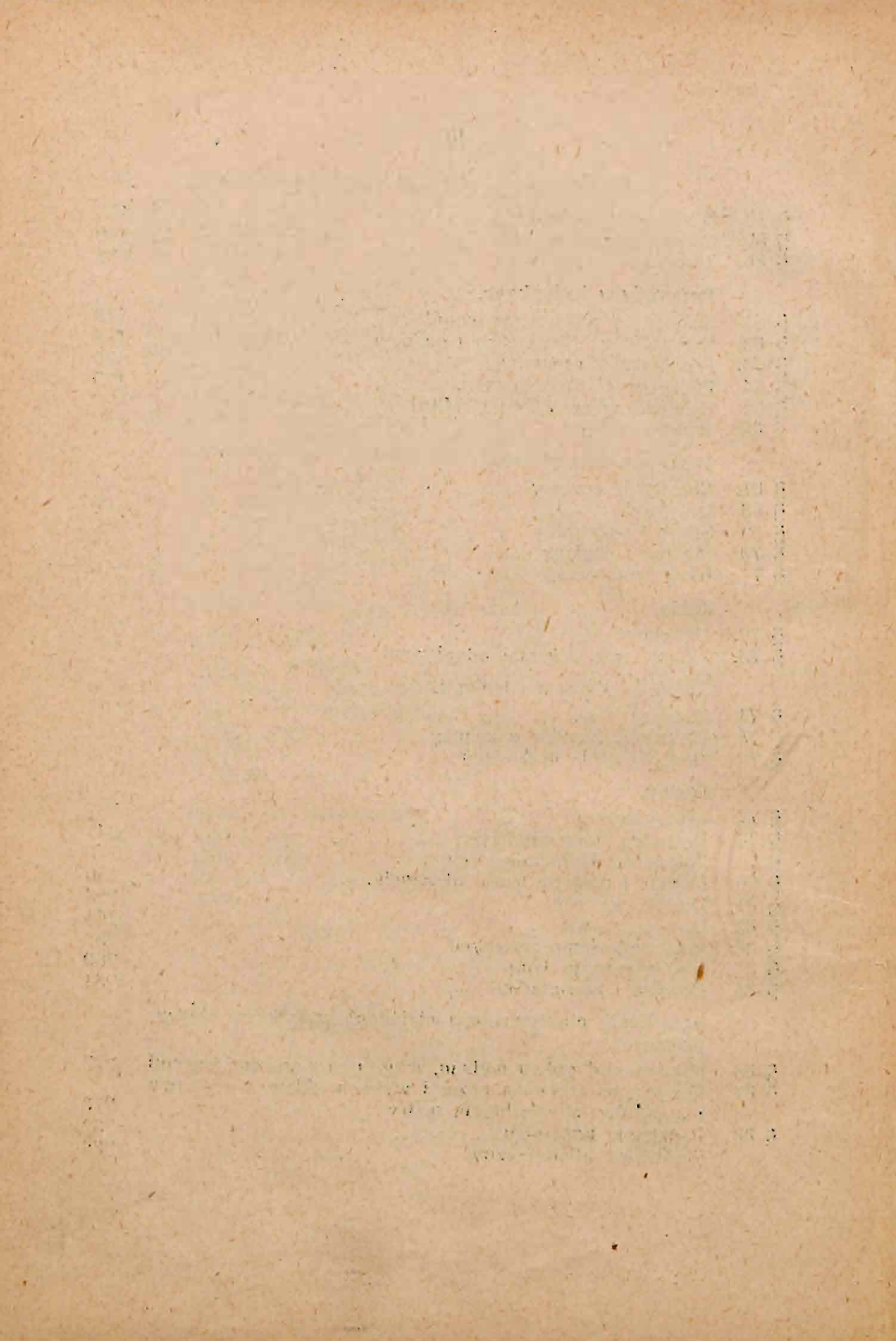
# SPIS RZECZY.

		<i>Str.</i>
	Oznaczenia na planach . . . . .	V
	Skrócenia . . . . .	VII
	<b>Wiadomości wstępne.</b>	
1	Jednostki elektryczne . . . . .	1 ✓
2	Rodzaje prądu . . . . .	4 ✓
3	Własności prądu . . . . .	6 ✓
4	Połączenia . . . . .	10
5	Pomlary prądu zmiennego . . . . .	14
6	Napięcie wysokie i niskie . . . . .	18
	<b>Urządzenia mechaniczne.</b>	
7	Silniki napędowe . . . . .	19
8	Fundamenty . . . . .	20
9	Napęd pasowy . . . . .	21
	<b>Prądnice.</b>	
10	Rodzaje maszyn i części składowe . . . . .	25
11	Prądnice prądu stałego . . . . .	28
12	Łączenie równoległe prądnic prądu stałego . . . . .	35
13	Prądnice prądu zmiennego . . . . .	37
14	Łączenie równoległe prądnic prądu zmiennego . . . . .	40
15	Sprawność . . . . .	48
	<b>Silniki elektryczne.</b>	
16	Silniki prądu stałego . . . . .	50
17	Kierunek biegu w silnikach prądu stałego . . . . .	54
18	Prędkość biegu w silnikach prądu stałego . . . . .	56
19	Silniki asynchroniczne . . . . .	60
20	Silniki kolektorowe . . . . .	66
21	Kierunek biegu w silnikach prądu zmiennego . . . . .	68
22	Prędkość biegu w silnikach prądu zmiennego . . . . .	70
23	Sprawność . . . . .	71

	<b>Przetwornice, transformatory i prostowniki.</b>	
24.	Przetwornice . . . . .	73
25.	Transformatory . . . . .	76
26.	Prostowniki . . . . .	82
	<b>Montaż i obsługa maszyn.</b>	
27.	Składanie i ustawianie . . . . .	84
28.	Wzbudzenie magnetyzmu . . . . .	87
29.	Puszczanie w ruch . . . . .	89
30.	Obsługa . . . . .	90
31.	Przełęgnowanie kolektora i szczotek . . . . .	93
32.	Montaż transformatorów . . . . .	96
	<b>Niedokładności w maszynach.</b>	
33.	Zagrzenie się łożysk . . . . .	98
34.	Iskrzenie kolektora . . . . .	99
35.	Zagrzenie się twornika . . . . .	100
36.	Zagrzenie się magnesów . . . . .	101
37.	Prądnicza nie daje napięcia . . . . .	102
38.	Silnik nie rusza . . . . .	103
39.	Niedokładności przy prądzie zmiennym . . . . .	104
	<b>Akumulatory.</b>	
40.	Ustrój i własności . . . . .	106
41.	Ładowanie i wyładowanie . . . . .	109
42.	Połączenie z maszynami . . . . .	111
43.	Akumulatornia . . . . .	117
44.	Montaż . . . . .	118
45.	Obsługa . . . . .	119
	<b>Przyrządy pomiarowe.</b>	
46.	Amperomierze . . . . .	122
47.	Woltomierze . . . . .	126
48.	Mierniki oporu (omomierze) . . . . .	128
49.	Watomierze . . . . .	132
50.	Liczniki kilowatogodzin . . . . .	134
	<b>Przyrządy rozdzielcze i ochronne.</b>	
51.	Łączniki . . . . .	136
52.	Bezpieczniki . . . . .	140
53.	Wyłączniki samoczynne . . . . .	144
54.	Odgromniki i bezpieczniki napięciowe . . . . .	146
55.	Tablice rozdzielcze . . . . .	151
	<b>Przewody węgole.</b>	
56.	Nagrzewanie i wytrzymałość mechaniczna . . . . .	155
57.	Spadek napięcia . . . . .	158



	<i>Str.</i>	
58.	Obliczanie przekroju . . . . .	165
59.	Rodzaje przewodników . . . . .	170
60.	Złącza i odgałęzienia . . . . .	175
<b>Przewody w budynkach.</b>		
61.	Zakładanie przewodów wogóle . . . . .	178
62.	Przewody na izolatorach i gałkach . . . . .	181
63.	Przewody w rurkach . . . . .	186
64.	Przewodniki płaszczowe . . . . .	195
65.	Przejścia przez ściany i sufity . . . . .	197
66.	Przygważdżanie . . . . .	199
<b>Przewody napowietrzne.</b>		
67.	Rozpiętość i zwisy . . . . .	201
68.	Izolatory . . . . .	206
69.	Słupy i wsporniki . . . . .	209
70.	Montaż i obsługa . . . . .	214
71.	Urządzenia ochronne . . . . .	216
<b>Kable.</b>		
72.	Układanie . . . . .	221
73.	Zakończenia, złącza i odgałęzienia . . . . .	225
<b>Sprawdzanie stanu izolacji.</b>		
74.	Pomiary . . . . .	228
75.	Wskaźniki zwarcia z ziemią . . . . .	232
76.	Odnajdywanie uszkodzeń . . . . .	233
<b>Lampy.</b>		
77.	Lampy łukowe . . . . .	237
78.	Regulacja lamp łukowych . . . . .	243
79.	Połączenie lamp łukowych . . . . .	246
80.	Montaż i obsługa lamp łukowych . . . . .	250
81.	Lampy rtęciowe . . . . .	253
82.	Lampy żarowe . . . . .	254
83.	Połączenie lamp żarowych . . . . .	257
84.	Wybór rodzaju lamp . . . . .	260
85.	Oprawa i zawieszenie . . . . .	264
<b>Urządzenia elektryczne w miejscach wyjątkowo niebezpiecznych.</b>		
86.	Miejsca pod gołem niebem, wilgotne i z oparami żrącymi . . . . .	272
87.	Miejsca, narażone na pożar i wybuch, sklepy i wystawy materiałów łatwopalnych, teatry . . . . .	278
88.	Podziemia kopalniane . . . . .	282
	Skorowidz alfabetyczny . . . . .	289





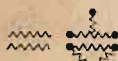
## Oznaczenia na planach.



Maszyna (prądnica lub silnik) prądu stałego.



Maszyna (prądnica lub silnik) jednofazowa i trójfazowa.



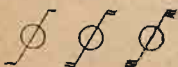
Transformator jednofazowy i trójfazowy.



Akumulatory z ładownicą podwójną.



Wyłącznik pokrętny jedno-, dwu- i trójbiegunowy.



Przełącznik pokrętny jedno-, dwu- i trójbiegunowy.



Wyłącznik drążkowy jedno-, dwu- i trójbiegunowy.



Przełącznik drążkowy jedno-, dwu- i trójbiegunowy.



Wyłącznik samoczynny nadmiarowy jedno-, dwu- i trójbiegunowy.

















Wyłącznik samoczynny zanikowy jedno-, dwu- i trójbiegunowy.










Gniazdo wtyczkowe.



Bezpiecznik jedno-, dwu- i trójbiegunowy.

	Odgromnik lub bezpiecznik przepięciowy.
	Bezpiecznik napięciowy.
	Opornik bez regulacji.
	Opornik z regulacją.
	Dławik.
	Amperomierz.
	Woltomierz.
	Watomierz.
	Licznik kilowatogodzin.
	Lampka żarowa.
	Lampka żarowa przenośna lub podciągana.
	Świecznik z 3-ma lampkami żarowymi.
	Lampa, zużywająca 6 amperów.
	Linja jedno-, dwu- lub trójprzewodowa.

-  Przewód ruchomy.
-  Przewód pionowy, przychodzący z góry lub z dołu.
-  Przewód pionowy, odchodzący w górę lub na dół.
-  Uziemienie.
-  Słup drewniany.
-  Słup żelazny.
-  Strzałka, oznaczająca napięcie wysokie.

## SKRÓCENIA.

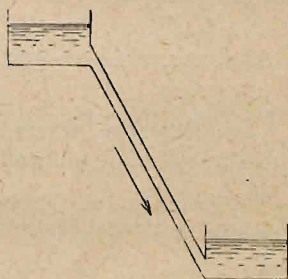
A	— amper.	$\omega$	— prąd zmienny.
V	— wolt.	mm	— milimetr.
$\Omega$	— om.	cm	— centymetr.
W	— wat.	m	— metr.
mA	— miliamper.	km	— kilometr.
mV	— miliwolt.	'	— stopa.
M $\Omega$	— megom.	"	— cal.
kW	— kilowat.	mm <sup>2</sup>	— milimetr kwadratowy.
VA	— woltamper.	cm <sup>2</sup>	— centymetr "
kVA	— kilowoltamper.	m <sup>2</sup>	— metr "
Ah	— amperogodzina.	mm <sup>3</sup>	— milimetr sześcienny.
kWh	— kilowatogodzina.	cm <sup>3</sup>	— centymetr "
KM	— koś mechaniczny.	m <sup>2</sup>	— metr "
+	— biegun dodatni.	g	— gram.
-	— " ujemny.	kg	— kilogram.
N	— magnetyczny biegun północny.	°C	— stopień Celsjusza.
S	— magnetyczny biegun południowy.	°R	— stopień Reaumura (czytaj "Reomjura").
=	— prąd stały.	°B	— stopień Beaumé (czytaj "Bome").



# Wiadomości wstępne.

## § 1. Jednostki elektryczne.

Prąd elektryczny możemy porównać z prądem wody, płynącym z jednego naczynia do drugiego (rys. 1). Obfitość przepływu zależy od różnicy poziomu wody w naczyniach i od oporu rurki łączącej. Im większa jest różnica poziomów, a także im mniejszy opór rurki, tem obficiej płynąć będzie woda. Podobnie jest z prądem elektrycznym. Napięcie odpowiada różnicy poziomów, czyli ciśnieniu wody, opór przewodu — oporowi rurki, a prąd — ilości wody, przepływającej w ciągu jednostki czasu.



Rys. 1.

Prąd elektryczny jest tem większy, im wyższe napięcie i mniejszy opór przewodu. Zależność ta nazywa się prawem Ohma (czytaj „Oma“) i wyraża wzorem:

$$\text{prąd} = \text{napięcie} : \text{opór},$$

albo

$$\text{napięcie} = \text{prąd} \times \text{opór},$$

albo wreszcie

$$\text{opór} = \text{napięcie} : \text{prąd}.$$

1. **Opór** przewodów elektrycznych mierzy się omami. Miljon omów nazywa się megomem.



Przykłady. Druć miedziany o przekroju  $10 \text{ mm}^2$  wykaże opór jednego oma przy długości 555 metrów; opór druczka metalowego w żarówce 16-świecowej 120-woltowej wynosi około  $900 \Omega$ .

Ciała o małym oporze, jak np. metale nazywamy przewodnikami elektryczności, ciała zaś o bardzo dużym oporze, jak mika, guma, szkło, porcelana, nazywamy materiałami izolacyjnymi czyli izolatorami. Zapomocą materiałów izolacyjnych można przewodnik elektryczności odosobnić czyli zaizolować od otaczających go przedmiotów, przewodników, lub od ziemi. Opór elektryczny warstw odosobniających nazywamy oporem izolacji.

2. Natężenie prądu, czyli w skróceniu „prąd“, jest to ilość elektryczności, przepływająca przez przewodnik w ciągu jednej sekundy. Natężenie mierzy się amperami. Tysięczną część ampera nazywamy miliamperem.

Przykłady. Żarówka 16-świecowa i 120-woltowa czerpie prąd  $0,13 \text{ A}$ , a lampa łukowa średniej wielkości — około  $10 \text{ A}$ .

3. Napięcie prądu mierzy się woltami. Tysięczna część wolta nazywa się miliwoltem.

Przykłady. Napięcie ogniwa galwanicznego wynosi około  $1 \text{ V}$ , ogniwa akumulatorowego—około  $2 \text{ V}$ , lampy łukowej—około  $50 \text{ V}$ .

Prawo Ohma możemy wyrazić zapomocą jednostek elektrycznych:

---

$$\begin{aligned} \text{ampery} &= \text{wolt} : \text{omy}, \\ \text{wolt} &= \text{ampery} \times \text{omy}, \\ \text{omy} &= \text{wolt} : \text{ampery}. \end{aligned}$$

---

4. Moc elektryczna zależy od prądu i napięcia, a oblicza się przez pomnożenie liczby amperów i woltów. Moc mierzymy watami:

$$\text{waty} = \text{ampery} \times \text{wolt}.$$

Powyższy wzór odnosi się do prądu stałego; wzory dla prądu zmiennego są podane w § 5.

Koń mechaniczny odpowiada teoretycznie 736 W. Tysiąc watów nazywamy kilowatem.

Przykłądy. Żarówka 16-świecowa wchłania 16 W, lampa łukowa 10-amperowa — około 500 W, silnik 10-konny otrzymuje z sieci około 9 kW.

5. Pracę elektryczną obliczamy, mnożąc liczbę kilowatów przez liczbę godzin, i mierzymy kilowatogodzinami:

$$\text{kilowatogodziny} = \text{kilowaty} \times \text{godziny.}$$

Przykłądy. Jedną kilowatogodzinę zużyje w ciągu jednej godziny 60 żarówek 16-świecowych, lub w ciągu dwóch godzin 30 żarówek, lub w ciągu trzech godzin 20 żarówek. Jedna lampa łukowa 10-amperowa zużyje jedną kilowatogodzinę w ciągu dwóch godzin, a silnik jednokonny w ciągu jednej godziny.

Opór . . . . .	om — $\Omega$	megom — $1 \text{ M}\Omega = 1\,000\,000 \Omega$
Natężenie, w skróceniu prąd. . . . .	amper — A	miliamper — $1 \text{ mA} = 0,001 \text{ A}$
Napięcie . . . . .	wolt — V	millwolt — $1 \text{ mV} = 0,001 \text{ V}$
Moc . . . . .	wat — W	kilowat — $1 \text{ kW} = 1000 \text{ W}$ koń mech. — $1 \text{ KM} = 736 \text{ W}$
Praca . . . . .	kilowato- godz. kWh	.

Przykłąd. Prądnica wytwarza 55 A przy 110 V.

Jaki opór posiada sieć przewodów wraz z odbiornikami prądu?

$$110 : 55 = 2 \Omega.$$

Z jaką mocą pracuje prądnica?

$$110 \times 55 = 6050 \text{ W} = 6,05 \text{ kW.}$$

Jaką pracę wykona prądnica, pracując całą swą mocą w ciągu 20 godzin?

$$6,05 \times 20 = 121 \text{ kWh.}$$

Przykład. Silnik elektryczny wchłania 36,8 kW przy 500 V.  
Ile prądu przepływa przez silnik?

$$36800 : 500 = 73,6 \text{ A.}$$

Ile pracy zużyje silnik w ciągu 5 godzin?

$$36,8 \times 5 = 184 \text{ kWh.}$$

## § 2. Rodzaje prądu.

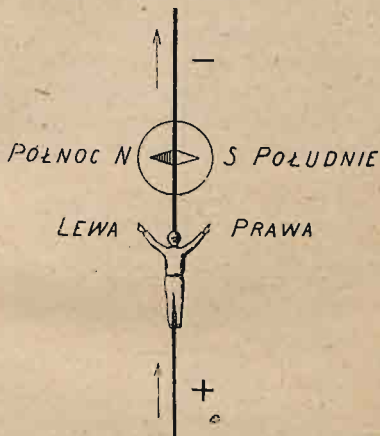
1. Prąd stały płynie ciągle w jednym kierunku od bieguna dodatniego ogniwa lub prądnicy przez przewody zewnętrzne do bieguna ujemnego. Biegun dodatni oznaczamy znakiem  $+$  (plus), ujemny — znakiem  $-$  (minus). Dla zbadania biegunów przewodowych przyłączamy do nich kawałki przewodników i oba końce zanurzamy w wodzie z domieszką kwasu siarkowego; na biegunie ujemnym gaz będzie się wydzielał obficie. Inny sposób polega na użyciu papieru biegunowego (sprzedawanego w książeczkach); końce przewodników dotykamy do zwilżonego kawałka papieru biegunowego i wówczas utworzy się przy biegunie ujemnym plama czerwona.

Kierunek przepływającego prądu można określić za pomocą zwykłej busoli czyli kompasu. W tym celu podstawiamy pod przewodnik busolę i układamy przewodnik w kierunku południka. Dopóki przewodnik pozbawiony jest prądu, igła busoli przybiera również kierunek południka. Pod wpływem prądu igła zmienia kierunek i przyjmuje położenie prostopadłe. Wyobraźmy sobie teraz, że płyniemy po przewodniku i patrzmy na busolę, postawioną pod przewodnikiem (rys. 2).

Gdy wyciągnięta lewa ręka wypadnie po tej samej stronie, co północne ostrze busoli (zwracające się na północ), wówczas kierunek, w którym płynęliśmy, jest kierunkiem prądu.

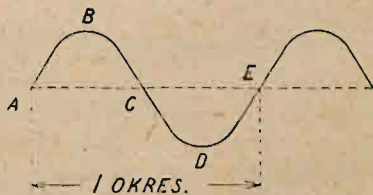
2. Prąd zmienny bezustannie zmienia kierunek i wielkość, płynąc na przemian to w jedną, to w drugą stronę. Przebieg prądu w zależności od czasu możemy uzmysłowić za pomocą linii falistej (rys. 3). Prąd wzrasta stopniowo od zera

(punkt *A*) do wielkości największej (punkt *B*), następnie spada, na chwilę niknie zupełnie (punkt *C*), zmienia kierunek, a osiągnąwszy największość czyli maximum (punkt *D*), zmniejsza się, znowu ginie (punkt *E*) i t. d. Przypomina to ruch wahadła w zegarze; wahadło z położenia pionowego (punkt *A*) odchyła się w jedną stronę (punkt *B*), powraca do punktu wyjścia (punkt *C*), odchyła w drugą (punkt *D*), znowu powraca (punkt *E*), i t. d. Zmiany odchylenia wahadła przedstawiają zmiany, zachodzące z prądem elektrycznym. Zmiany w prądzie elektrycznym odbywają się nadzwyczaj prędko. Przebieg czasu *A, C, E*, w ciągu którego prąd płynął po jednym razie w obu kierunkach, zwiemy okresem. Zwykle prąd zmienny ma 50 okresów na sekundę. Liczba okresów na sekundę zowie się częstotliwością.



Rys. 2.

Zwyczajny prąd zmienny, płynący tak, jak stały, po dwóch przewodach, nazywamy jednofazowym. Oba przewody bezustannie zmieniają swoją biegunowość i w pewnym momencie jeden z nich jest biegunem dodatnim, drugi — ujemnym, za chwilę odwrotnie i t. d.

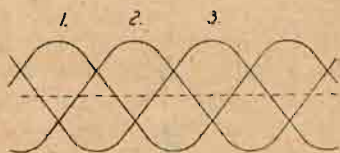


Rys. 3.

Chcąc zrozumieć istotę prądu trójfazowego czyli trójprądu, wyobraźmy sobie trzy wahadła, dające jednakową liczbę wahań w ciągu jednostki czasu, lecz każde opóźnione względem poprzedniego o  $\frac{1}{3}$  okresu. Gdy jedno przyjmie położenie prostopadłe, drugie



będzie odchylone na prawo, trzecie — na lewo. Podobny przebieg ma prąd trójfazowy. Maszyna wytwarza trzy prądy zmienne, z których każdy w porównaniu z poprzednim opóźniony jest o  $\frac{1}{3}$  okresu. Prądy powyższe mogłyby być odprowadzone z maszyny zupełnie od siebie niezależnie zapomożą 6-ciu przewodów (t. j.  $2 \times 3$ ), zwykle jednak kojarzy się je z sobą (§ 4 rys. 21 i 22) i odprowadza po 3 ch tylko przewodach. W każdym oddzielnym przewodzie płynie zwyczajny prąd zmienny, który w porównaniu z prądem przewodu sąsiedniego opóźnia się lub wyprzedza o  $\frac{1}{3}$  okresu. Rys. 4



Rys. 4.



Rys. 5.

przedstawia wykres prądu trójfazowego w postaci trzech linii falistych. Gdy w pewnym momencie prąd wypływa z maszyny jednym z przewodów, to jednocześnie dwoma pozostałymi wraca. Na rys. 5 podane są trzy przewody prądu trójfazowego z oznaczeniem kierunku prądu, płynącego w trzech różnych momentach: 1, 2 i 3 (rys. 4).

Prąd trójfazowy jest tylko odmianą prądu zmiennego.

1) Prąd stały.

2) Prąd zmienny { jednofazowy.  
trójfazowy.

### § 3. Własności prądu.

**Własności cieplne.** Pod wpływem prądu każdy przewodnik elektryczności nagrzewa się, przyczem ciepło wytwarzane zależy od natężenia prądu i od oporu przewodnika. Oświetlenie i ogrzewanie elektryczne opiera się na cieplnych



własnościach prądu. W żarówce świeci rozżarzony drucik, w lampce łukowej żarzą się końce węgielków, w piecyku lub kuchence elektrycznej grzeją się blaszki lub druciki. Działanie bezpieczników (§ 52) opiera się również na własnościach cieplnych: drucik bezpiecznikowy pod wpływem prądu nadmiernego stapia się i przerywa obwód. W przykładach powyższych wzrost temperatury jest zjawiskiem pożądanym, natomiast nagrzewanie się przewodników, prowadzących prąd od maszyn do odbiorników, tudzież nagrzewanie się drutów w uzwojeniu maszyn wywołuje stratę pracy elektrycznej, nie przynosząc żadnych korzyści.

**Własności chemiczne.** Gdy przepuścimy prąd stały przez roztwór kwasu lub soli, wówczas nastąpi rozkład chemiczny: jeden ze składników będzie się wydzielał przy biegunie dodatnim, drugi — przy ujemnym. Zjawisko to nazywa się elektrolizą.

Opisany wyżej (§ 2) sposób rozpoznawania biegunów prądu stałego przez zanurzanie końców przewodnika w wodzie, lub przez dotknięcie do zwilżonego papieru biegunowego, opiera się na zjawisku elektrolizy. Na biegunie bowiem ujemnym wydziela się obficie gaz, zwany wodorem.

Zawdzięczając elektrolizie, możemy zapomocą prądu stałego pokrywać przedmioty metalami (złocić, srebrzyć, niklować i t. d.), lub przeciwnie, wytrawiać na metalu żądany rysunek (grawerować). W pierwszym wypadku przedmiot umieszcza się na biegunie ujemnym, w drugim — na dodatnim.

**Własności magnetyczne.** Pod wpływem prądu elektrycznego wokoło przewodnika tworzy się pole magnetyczne. Obecność pola możemy sprawdzić zapomocą busoli. Jeżeli poprowadzimy przewodnik w kierunku równoległym do igły busoli (północ — południe), a następnie przepuścimy przez przewodnik prąd, to zauważymy, że igła odchyli się i stanie w położeniu prostopadłym do przewodnika. Rozpoznawanie kierunku prądu stałego zapomocą busoli (§ 2) opiera się na powyższem zjawisku. Szczególnie silne pole magnetyczne

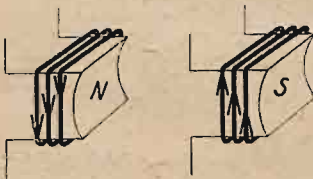
wytwarza przewodnik zwinięty w zwojnicę (ślimak, spiralę, solenoid lub w cewkę (szpulkę).

Zwojnice i cewki, gdy przez nie płynie prąd, przyciągają kawałki żelaza, a także przyciągają się lub odpychają nawzajem tak, jak magnesy.

Pole, wytworzone przez cewkę, można jeszcze spotęgować, wprowadzając do wnętrza cewki rdzeń żelazny lub stalowy. Rdzeń otoczony cewką nazywamy elektromagnesem.

Dopóki w cewce nie ma prądu, rdzeń żelazny wytwarza bardzo słabe pole magnetyczne. Jest to tak zw. magnetyzm szczątkowy czyli pozostały. Z chwilą przepuszczenia przez cewkę prądu elektrycznego, natężenie pola magnetycznego wzrasta. Mówimy, iż elektromagnesy zostały wzbudzone. Ze wzrostem prądu wzbudzającego tężeje pole magnetyczne, początkowo dość prędko, potem coraz wolniej. W końcu pole magnetyczne osiąga natężenie największe czyli granicę, której już przekroczyć nie może. Jest to stan nasycenia magnetycznego. Dalszy wzrost prądu wzbudzającego nie będzie już miał na magnetyzm niemal żadnego wpływu.

W magnesach i elektromagnesach rozróżniamy bieguny północne (znak „N”) i południowe (znak „S”). Pole magnetyczne rozciąga się na przestrzeni między biegunem północnym a południowym.



Rys. 6.

Bieguny magnesowe można rozpoznać za pomocą busoli: biegun południowy przyciąga północne ostrze busoli (zwracające się na północ), biegun północny — ostrze przeciwne. Inny sposób rozpoznawania biegunów polega na sprawdzeniu kierunku,

w którym płynie prąd po zwojach cewki. Bieguny południowe prąd okrąży w kierunku wskazówki zegara, bieguny północne — w kierunku przeciwnym (rys. 6).

Zmiana kierunku prądu wzbudzającego w elektromagnesach wywołuje zmianę biegunowości: biegun północny staje się południowym, i odwrotnie. Gdy przepuścimy przez cewkę elektromagnesu prąd zmienny, wówczas biegunowość

rdzenia żelaznego będzie się zmieniała raz za razem, a rdzeń żelazny nagrzej się wskutek pracy elektrycznej, zużytej na przemagnesowywanie.

Elektromagnesy mają bardzo liczne zastosowanie w maszynach i przyrządach elektrycznych.

Indukcja. Poruszając przewodnik w polu magnetycznym, możemy wzniecić w przewodniku napięcie elektryczne. Zjawisko powyższe nazywamy indukcją lub wzniecaniem. Zjawisko indukcji można wywołać nie tylko przez poruszanie przewodnika w nieruchomym polu magnetycznym, lecz i odwrotnie — przez poruszanie pola magnetycznego w pobliżu nieruchomego przewodnika. Działanie maszyn elektrycznych opiera się na zjawisku indukcji.

Gdy przewodnik, poruszany w polu magnetycznym, włączony jest w obwód zamknięty, wówczas pod wpływem wznieconego napięcia popłynie w nim prąd elektryczny. W metalowych częściach maszyn i przyrządów (np. w bębnoch, tarczach) wzniecają się i krążą w nich same tak zwane prądy wirowe. Prądy te są po większej części niepożądane, gdyż wywołują stratę pracy elektrycznej i podnoszą temperaturę. Chcąc straty zmniejszyć, należy poprzecinać drogę prądów wirowych zapomocą warstw izolacyjnych. Z tego też względu wszystkie żelazne części maszyn, w których mogą wzniecać się prądy wirowe, budowane są nie z jednolitego materiału, lecz z blach, położonych warstwami cienkiego papieru.

Zjawisko indukcji występuje również przy każdej zmianie natężenia pola magnetycznego. Ponieważ obwód elektryczny wytwarza własne pole magnetyczne, przeto przy każdym zamknięciu lub też przerwaniu obwodu zmienia się natężenie pola i w tym samym obwodzie wznieca się chwilowe napięcie, wskutek którego powstaje prąd elektryczny. Zjawisko powyższe nazywamy indukcją własną, samoindukcją lub samowzniecaniem. Wielkie prądy samoindukcyjne wzniecają się w obwodach o silnym polu magnetycznym, a więc w obwodach, zawierających zwoje, cewki, a szczególnie cewki z rdzeniem żelaznym.



### § 4. Połączenia.

Zarówno źródła prądu (ogniwa galwaniczne, akumulatory, prądnice) jak i odbiorniki (lampy, silniki), mogą być łączone między sobą w sposób dwojaki:

1. w szereg (rys. 7) lub
2. równolegle (rys. 8).

W układzie szeregowym wiąże się biegun dodatni jednego ogniwa z ujemnym następnego, w równoległym zaś — bieguny dodatnie wszystkich ogniw łączy się jednym przewodem, a ujemne — drugim. Przy pierwszym układzie ten sam prąd przepływa przez wszystkie ogniwa, a napię-

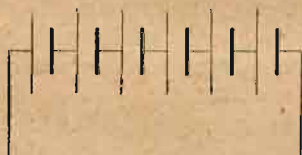


Rys. 7.

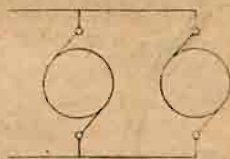


Rys. 8.

cie całkowite składa się z sumy napięć poszczególnych; przy połączeniu równoległym przeciwnie — napięcie pozostaje bez zmiany, a sumują się prądy.



Rys. 9.



Rys. 10.

Przykłądy. Bateria składa się z 6 akumulatorów (rys. 9), z których każdy wydaje prąd o 2 V i 10 A. Cała bateria w układzie szeregowym wyda napięcie

$$2 \times 6 = 12 \text{ V}$$

i prąd 10 A.

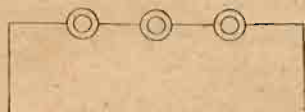
Dwie prądnice (rys. 10), z których każda wytwarza prąd o 110 V i 50 A, wydadzą w układzie równoległym napięcie 110 V i prąd

$$50 \times 2 = 100 \text{ A.}$$

Grupa, złożona z 3-ch lamp łukowych (rys. 11) o 40 V i 10 A, otrzymuje przy napięciu

$$40 \times 3 = 120 \text{ V,}$$

prąd 10 A.



Rys. 11.



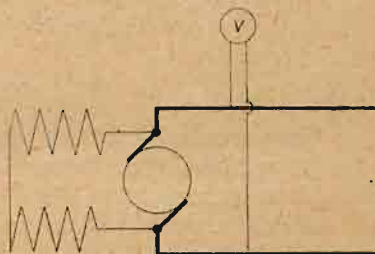
Rys. 12.

Świecznik o 4-ch żarówkach (rys. 12) 110 V i 0,25 A otrzymuje przy napięciu 110 V prąd

$$0,25 \times 4 = 1 \text{ A.}$$

Odgaślenie, przyłączone równoległe i zużywające pewną część prądu głównego, np. uzwojenie magnesowe w maszynie lub woltomierz (rys. 13), nazywamy bocznikiem, natomiast gałąź, przez którą płynie prąd główny, np. uzwojenie twornikowe maszyny (rys. 13), nazywamy głównikiem.

Gdy źródła prądu połączone są szeregowo, można odprowadzić — oprócz dwóch przewodów skrajnych — przewód środkowy, zwany obojętnym lub zerowym (0). W ten sposób, przy dwóch prądnicach prądu stałego (rys. 14), lub przy

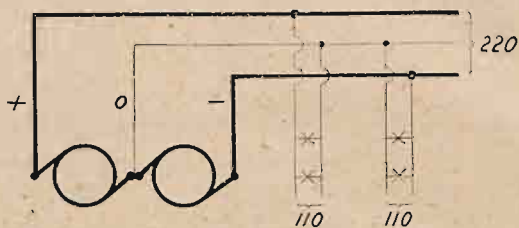


Rys. 13.

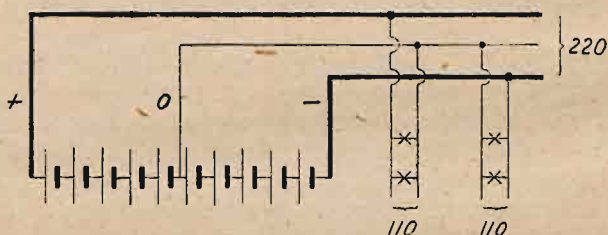
akumulatorach (rys. 15), dzieli się sieć na dwie połowy: w jednej — przewodem dodatnim będzie — skrajny plusowy (+), a ujemnym — obojętny (0), w drugiej połowie dodatnim będzie — obojętny (0), a ujemnym — skrajny minusowy (-). Między przewodami skrajnymi panuje napięcie podwójne (np. 220 V), między skrajnym a obojętnym — pojedyncze (np. 110 V). W sieciach trójprzewodowych prąd płynie głównie



po przewodach skrajnych; przewód obojętny służy tylko do wyrównywania w razie niejednakowego obciążenia obu półów.



Rys. 14.

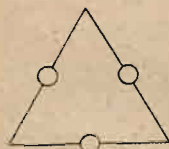


Rys. 15.

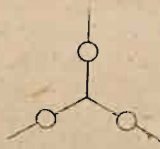
Przy prądzie trójfazowym są dwa rodzaje połączeń:

1. w trójkąt (rys. 16) i
2. w gwiazdę (rys. 17).

W układzie trójkątowym opory łączą się w jeden szereg zamknięty, w układzie zaś gwiazdowym — początki wszystkich trzech oporów łączy wspólny punkt zerowy. Zwoje prądnicy na rys. 18 związane są w trójkąt, na rys. 19 i 20 — w gwiazdę. Sieci trójfazowe bywają



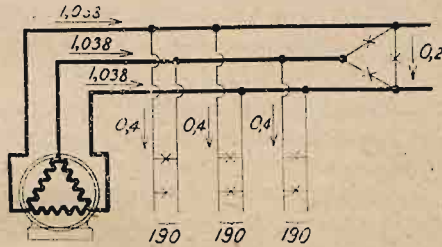
Rys. 16.



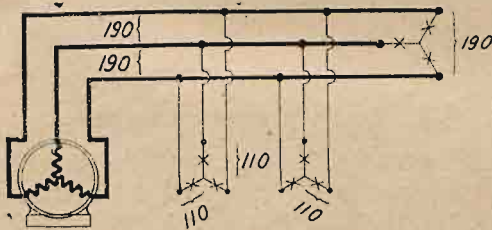
Rys. 17.

zwykle trójprzewodowe (rys. 18 i 19), rzadziej — czteroprzewodowe (rys. 20). Przewód czwarty, zwany obojętnym lub

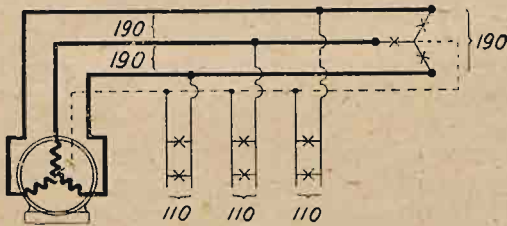
zerowym (na rys. punktowany), łączący punkty zerowe prądnic i odbiorników, prowadzi prądy wyrównawcze w razie niejednakowego obciążenia trzech części sieci.



Rys. 18.



Rys. 19.



Rys. 20.

Bezpośrednie zetknięcie się przewodów o nierównym napięciu lub też połączenie przewodów za pośrednictwem małego oporu nazywamy zwarcie.

Przewód, połączony z ziemią, nazywamy uziemionym. W sieciach, przeznaczonych do tramwajów lub kolejek elektrycznych, przewód, połączony z szyną (rys. 107), jest uziemiony. Poza tem bywają łączone z ziemią przewody zerowe w większości urządzeń trójprzewodowych prądu stałego i czteroprzewodowych prądu trójfazowego. W przykładach powyższych uziemienie było wykonane celowo. Zdarzają się jednak połączenia z ziemią przypadkowe, tak zwane zwarcia z ziemią, w razie zepsucia izolacji lub w razie zetknięcia się przewodu z ziemią. Przypadkowe połączenia przewodnika ze szkieletem maszyny, przyrządu, świecznika, tablicy rozdzielczej i t. p. nazywamy zwarciami ze szkieletem. Kontaktem czyli stykiem nazywamy tak ściśle przyleganie do siebie przewodników elektryczności, że prąd przy przejściu z jednego do drugiego nie napotyka niemal na żaden opór.

### § 5. Pomiary prądu zmiennego.

Natężenie i napięcie prądu zmiennego waha się bezustannie. Amperomierze i woltomierze nie podają jednak tych zmian okresowych, lecz wskazują pewne wartości średnie, zwane skutecznymi. Np. przy napięciu wahającym się od  $+ 155$  V do  $- 155$  V woltomierz będzie stale wskazywał 110, gdyż napięcie takie wywiera ten sam skutek, co 110 V prądu stałego. Żarówka w obu wypadkach da światło jednakowe. Wszelkie liczby woltów czy amperów, podawane przy prądzie zmiennym, oznaczają zawsze napięcia i natężenia skuteczne.

W sieciach trójfazowych napięcie, panujące między każdą parą przewodów, jest zupełnie jednakowe. W połączeniu gwiazdowym rozróżniamy dwa rodzaje napięć:

- 1) napięcie międzyprzewodowe (inaczej skojarzone) — między każdą parą przewodów skrajnych i
- 2) napięcie fazowe (inaczej gwiazdkowe) — między każdym przewodem skrajnym a obojętnym.

Stosunek napięcia międzyprzewodowego (rys. 21) do fazowego jest taki, jak stosunek boku trójkąta do promienia, t. j.  $173 : 100$

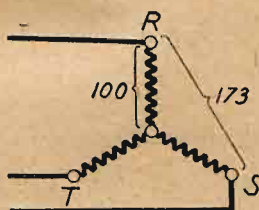
nap. międzyprzewodowe =  $1,73 \times$  nap. fazowe.

Przykład (rys. 19 lub 20). Napięcie międzyprzewodowe = 190 V. Jaki woltaż panuje między przewodem skrajnym a obojętnym?

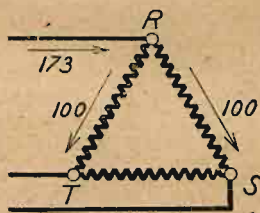
$$190 : 1,73 = 110 \text{ V.}$$

W układzie trójkątowym rozróżniamy znów dwa rodzaje prądu:

- 1) prąd fazowy, płynący po boku trójkąta, i
- 2) prąd przewodowy, płynący po przewodzie, wspólnym dla dwóch boków trójkąta.



Rys. 21.



Rys. 22

Stosunek prądu przewodowego (rys. 22) do fazowego =  $173 : 100$ .

prąd przewodowy =  $1,73 \times$  prąd fazowy.

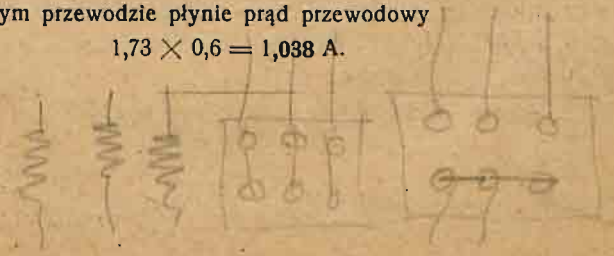
Przykład (rys. 18). Obliczyć prąd, płynący z prądnicy po trzech przewodach do 9-ciu żarówek, rozłożonych równomiernie na trzy fazy. Każda żarówka odbiera — 0,2 A.

Na jedną fazę przypadają 3 żarówki, wchłaniające

$$3 \times 0,2 = 0,6 \text{ A.}$$

Po każdym przewodzie płynie prąd przewodowy

$$1,73 \times 0,6 = 1,038 \text{ A.}$$





Wahania napięcia i prądu nie zawsze idą w jednym takcie. W niektórych warunkach fala prądu podąża za falą napięcia z pewnym opóźnieniem. Wystawmy sobie przebieg napięcia i prądu w postaci dwóch wahadeł, dających jednakową liczbę wahaniec. Wahadło, wyobrażające prąd, może iść zgodnie z wahadłem napięciowym, a może też opóźniać się względem niego. W tym drugim wypadku mówimy, że między napięciem a prądem istnieje przesunięcie fazy. Opory elektryczne, przy których napięcie i prąd idą w jednym takcie, nazywamy bezindukcyjnymi, opory zaś, w których następuje przesunięcie fazy, nazywamy indukcyjnymi. Do pierwszych należą żarówki i lampy łukowe, do drugich — wszelkie cewki, a szczególnie cewki z rdzeniem żelaznym.

Prawo Ohma ważne jest dla prądu zmiennego tylko przy oporach bezindukcyjnych.

Moc prądu jednofazowego przy obciążeniu bezindukcyjnym oblicza się, jak dla prądu stałego (§ 1), a przy obciążeniu indukcyjnym — według wzoru:

$$\text{waty} = \text{ampery} \times \text{wołty} \times \text{spółczynnik mocy.}$$

Spółczynnik mocy zależy od rodzaju oporu i jest ułamkiem, mniejszym od 1. Im więcej opóźnia się fala prądu w porównaniu z falą napięcia, tem mniejszy jest współczynnik mocy.

Przykład. Ile watów czerpie lampa łukowa przy 10 A i 30 V?

$$10 \times 30 = 300 \text{ W.}$$

Ile watów wchłania dławik przy 10 A, 30 V i współczynniku mocy 0,2?

$$10 \times 30 \times 0,2 = 60 \text{ W.}$$

---

Moc prądu trójfazowego otrzymamy przez dodanie mocy wszystkich trzech faz. Przy układzie gwiazdowym w każdej gałęzi (rys. 21) panuje napięcie fazowe i płynie prąd przewodowy

$$\text{moc} = 3 \times \text{prąd przewodowy} \times \text{napięcie fazowe};$$



gdy, zamiast napięcia fazowego, wprowadzimy — międzyprzewodowe, otrzymamy:

$$\text{moc} = 1,73 \times \text{prąd przew.} \times \text{napięcie międzyprzew.}$$

Przy układzie trójkątowym w każdym boku panuje napięcie międzyprzewodowe i płynie prąd fazowy

$$\text{moc} = 3 \times \text{prąd fazowy} \times \text{nap. międzyprzew.};$$

gdy, zamiast prądu fazowego, wprowadzimy — przewodowy, otrzymamy:

$$\text{moc} = 1,73 \times \text{prąd przew.} \times \text{napięcie międzyprzew.}$$

Stąd wynika, iż moc prądu trójfazowego oblicza się według wspólnego wzoru, ważnego bez względu na układ.

Przy obciążeniu indukcyjnym przybywa jeszcze współczynnik mocy:

$$\text{moc} = 1,73 \times \text{prąd przew.} \times \text{napięcie międzyprzew.} \times \\ \times \text{spółczynnik mocy.}$$

---

### Moc prądu:

stałego lub jednofazowego — przy obciążeniu bezindukcyjnym:

$$\text{waty} = \text{ampery} \times \text{wolty};$$

jednofazowego — przy obciążeniu indukcyjnym:

$$\text{waty} = \text{ampery} \times \text{wolty} \times \text{spółczynnik mocy};$$

trójfazowego -- przy obciążeniu bezindukcyjnym:

$$\text{waty} = 1,73 \times \text{ampery} \times \text{wolty};$$

trójfazowego — przy obciążeniu indukcyjnym:

$$\text{waty} = 1,73 \times \text{ampery} \times \text{wolty} \times \text{spółczynnik mocy.}$$

---

W powyższych wzorach wolty odnoszą się do napięcia, panującego między parą przewodów, a ampery — do prądu, płynącego w jednym z przewodów.



Iloczyn z amperów i woltów, a przy prądzie trójfazowym — z amperów, woltów i współczynnika 1,73 daje liczbę woltamperów. Liczba woltamperów wyraża tak zwaną pozorną moc prądu zmiennego.

Przykład. Po trzech przewodach prądu trójfazowego płynie prąd 10 A; napięcie między parą przewodów 120 V; współczynnik mocy 0,7. Obliczyć moc prądu

$$\text{Moc pozorna} \quad 1,73 \times 10 \times 120 = 2076 \text{ VA.}$$

$$\text{Moc rzeczywista} \quad 2076 \times 0,7 = 1453,2 \text{ W.}$$

Liczba watów przy jednakowych woltamperach jest tem mniejsza, im mniejszy współczynnik mocy.

## § 6. Napięcie wysokie i niskie.

Sieć, w której napięcie między jakimkolwiek przewodem a ziemią nie przewyższa 250 V nawet w razie przypadkowego uziemienia jednego z biegunów (lub jednej z faz), zaliczamy do napięcia niskiego, a sieć, w której przewyższa 250 V — do napięcia wysokiego. Z określenia tego wynika, iż napięcie robocze, graniczące między niskiem a wysokiem, wynosi:

1) przy prądzie stałym dwuprzewodowym — 250 V między przewodami;

2) przy prądzie stałym trójprzewodowym z uziemionym przewodem obojętnym —  $2 \times 250$  V, t. j. 250 V między każdym ze skrajnych a obojętnym;

3) przy prądzie trójfazowym trójprzewodowym —  $3 \times 250$  V, t. j. 250 V między każdymi dwoma przewodami (napięcie międzyprzewodowe);

4) przy prądzie trójfazowym czteroprzewodowym z uziemionym przewodem obojętnym —  $3 \times 430$  V (liczba 430 powstała z pomnożenia 250 przez 1,73), t. j. 430 V między każdymi dwoma przewodami skrajnymi (napięcie międzyprzewodowe).

Urządzenia elektryczne z baterją akumulatorową, składającą się najwyżej ze 125 ogniw, lub  $2 \times 125$  ogniw w układzie trójprzewodowym z uziemionym przewodem obojętnym, zaliczamy do napięcia niskiego, urządzenia zaś z większą liczbą ogniw — do napięcia wysokiego.

Nie należy jednak przypuszczać, iż tylko napięcie wysokie jest dla życia ludzkiego niebezpieczne. W warunkach niesprzyjających, np. w miejscach wilgotnych (§ 86), porażenia śmiertelne zdarzały się nieraz przy napięciu niskim, np. przy 220 V prądu stałego i przy 110 V prądu zmiennego.

W sieciach prądu stałego najczęściej używane są napięcia robocze, czyli voltaże, następujące: 110 V, 220 V,  $2 \times 220$  V, 440 V, a w sieciach prądu zmiennego 120 V, 220 V, 380 V, 3000 V i 6000 V. Odpowiednie napięcia prądnicy wynoszą przy prądzie stałym 115 V, 230 V,  $2 \times 230$  V, 470 V, a przy zmiennym — 125 V, 230 V, 400 V, 3150 V, 6300 V. (Liczby podane drukiem tłustym oznaczają napięcie wysokie).

## Urządzenia mechaniczne.

### § 7. Silniki napędowe.

Silniki do pędzenia prądnic mogą być parowe, spalinowe lub wodne.

Od silnika wymagamy biegu równomiernego, jednostajnego, szczególnie w tym wypadku, gdy urządzenie obywat się bez akumulatorów. Najmniejsze zmiany w obrotach silnika odbijają się na oświetleniu. Wahania światła więcej są dotkliwe w mieszkaniach i biurach, niż w fabrykach lub pod gołym niebem. Gdy niewielki silnik porusza jednocześnie prądnice i różne obrabiarki, wówczas światło spokojne można otrzymać tylko przy akumulatorach.

Bieg równomierny prądnic prądu zmiennego ma ważne znaczenie przy równoległym ich łączeniu. Prądnice po-



wyższe mogą zgodnie pracować po dwie lub kilka razem tylko przy bardzo jednostajnym ruchu silników napędowych (§ 14).

Maszynownia powinna być sucha, zabezpieczona od kuru, dobrze oświetlona i w ten sposób przewietrzana, by powietrze przepływało wzdłuż całej sali na przestrzał. Przy maszynach nie wolno wykonywać żadnych robót postronnych, np. piłowania lub cięcia żelaza.

### § 8. Fundamenty.

Fundamenty pod silniki i większe maszyny elektryczne zapuszcza się do gruntu stałego. Przy małych maszynach elektrycznych można nadać fundamentom głębokość następującą:

Maszyna o mocy	1,5 kW	—	głębokość	0,5 m
"	"	5	"	0,6 "
"	"	10	"	0,7 "
"	"	20	"	0,8 "
"	"	30	"	0,9 "
"	"	50	"	1,0 "
"	"	75	"	1,2 "
"	"	120	"	1,4 "
"	"	150	"	1,5 "

Spód fundamentu powinien być rozszerzony, aby obciążenie rozkładało się na większą powierzchnię. Chcąc uniknąć wstrząśnień całego budynku, nie należy łączyć fundamentu maszynowego z murem, a w niektórych wypadkach, np. w piwnicach budynków mieszkalnych, trzeba go nawet zupełnie odosobnić. W tym celu podkładamy pod fundament płytę korkową, a podłogę maszynowni oddzielamy bądź od fundamentu, bądź od ścian zapomocą rowów szerokości około 40 mm. Rowy można nakryć kładkami z blachy żelaznej.

Przystępując do budowy fundamentu, należy według rysunku dokładnie oznaczyć sznurkiem jego położenie i przygotować z desek odpowiedni szablon. W miejscach, prze-



znaczonych na śruby fundamentowe, zapuszcza się niezbyt cienkie belki drewniane czworokątne lub okrągłe. Mając na widoku pęcznienie drzewa, należy belki ku dołowi obciosać stożkowo, aby dały się z łatwością wyciągnąć. Belki wyciąga się najpóźniej w 24 godziny po zbudowaniu fundamentu.

Do fundamentów murowanych używana jest cegła twarda, dobrze wypalona, z zaprawą cementową (1 część cementu i 3 części piasku), do betonowych zaś — mieszanina 1 części cementu, 3 części piasku i 5 części szabru lub żwiru. Beton ubija się przy niewielkim dopływie wody w formę drewnianą, otaczającą fundament wokoło. Po zbudowaniu fundamentu należy pozostawić w spokoju fundament murowany 5 dni, a betonowy — 14 dni. Dopiero po upływie tego czasu ustawia się maszynę i zalewa śruby fundamentowe płynną zaprawą cementową (1 część cementu i 1 część piasku). Fundament należy wyprowadzić ponad posadzkę na jakie 200 mm, a powierzchnię gładko ocementować. Zarządzenia te mają na celu łatwiejsze utrzymanie czystości i zabezpieczenie fundamentu od szkodliwego działania smaru.

## 9. Napęd pasowy.

Połączenie silnika napędowego z prądnicą, a silnika elektrycznego z maszyną roboczą, odbywa się nieraz zapomocą pasa.

Koła pasowe. Koło przy silniku nazywamy pędzącym, przy prądnicy lub maszynie roboczej — pędzonym. Koło o mniejszej średnicy ma bieg prędszy, przyczem iloczyn z liczby obrotów i średnicy jest dla obu kół jednakowy:

$$\begin{array}{ccccccc} \text{liczba} & & \text{średnica} & & \text{liczba} & & \text{średnica} \\ \text{obrotów} & \times & \text{w } mm & = & \text{obrotów} & \times & \text{w } mm \\ \text{na minutę} & & \text{koła } \text{№ } 1 & & \text{na minutę} & & \text{koła } \text{№ } 2. \\ \text{koła } \text{№ } 1 & & & & \text{koła } \text{№ } 2 & & \end{array}$$

Przy obliczaniu kół pasowych trzeba jeszcze uwzględnić straty w prędkości, powstające wskutek ślizgania się pasa. Straty te wynoszą mniej więcej 2%. Np. zamiast 1000 obrotów na minutę, koło pędzone wyda tylko 980.

Przykład. Silnik naftowy o 210 obrotach na minutę z kołem pasowym o średnicy 1250 mm ma pędzić prądnicę z prędkością 950 obrotów na minutę. Obliczyć średnicę koła pasowego dla prądnicy:

Strata wskutek ślizgania wynosi 2%, t. j.  $\frac{2}{100}$  części.

$$950 \times 0,02 = 19 \text{ obrotów na minutę.}$$

Chcąc otrzymać w prądnicy 950 obrotów na minutę, pomimo ślizgania się pasa, trzeba obliczyć koło na

$$950 + 19 = 969 \text{ obrotów.}$$

Koło № 1 ma średnicę 1250 mm i daje 210 obrotów,  
„ № 2 „ „ „ niewiadomą i wymaga 969 obrotów.

$$210 \times 1250 = 969 \times \text{średnicę niewiadomą.}$$

Średnica więc koła pasowego dla prądnicy wypadnie

$$(210 \times 1250) : 969 = 270 \text{ mm.}$$

W podobny sposób oblicza się także koła tarciove i linowe.

Stosunkiem przekładni nazywamy stosunek średnicy jednego koła do średnicy drugiego:

$$\begin{aligned} & \text{stosunek przekładni} = \\ & = \text{średnica koła } \text{№} 1 : \text{średnica koła } \text{№} 2. \end{aligned}$$

Przy napędzie pasowym bez krążków naprężających stosunek ten może wynosić najwyżej 6, gdyż w przeciwnym razie pasy ślizgałyby się zanadto. Średnice kół pasowych powinny być możliwie wielkie. Chcąc zmienić koło w maszynie elektrycznej na inne o mniejszej średnicy, należy przedtem porozumieć się z fabryką, przy zamianie tej bowiem wypada nieraz zwiększyć szerokość kół i szerokość pasa.

Powierzchnię kół pędzących obtacza się zupełnie płasko, a kół pędzonych — wypukło.

Odległość. Odległość między osiami kół pasowych wynosi zwykle od 3,5 do 10 m. Przy wyznaczaniu jej można posilkować się tablicą następującą:

### Odległość między osiami kół.

Średnica mniejszego koła pasowego w <i>mm</i>	Stosunek przekładni			
	3	4	5	6
	Najmniejsza odległość między osiami kół w <i>m</i>			
200	2,8	3,0	3,2	3,4
300	3,2	3,5	3,8	4,3
400	3,6	4,0	4,6	5,7
500	4,0	4,5	5,7	7,1
600	4,4	5,1	6,8	8,6
700	4,8	6,0	8,0	10,0
800	5,2	6,9	9,1	

Przykład. Obliczyć dla przykładu poprzedniego najmniejszą dopuszczalną odległość między osią silnika naftowego a osią prądnicą. Stosunek przekładni:

$$1250 : 270 = 4,6.$$

Gdyby stosunek przekładni wynosił 4, wówczas najmniejsza odległość przy średnicy najmniejszego koła = 270 *mm* wypadłaby powyżej 3 *m*, a poniżej 3,5 *m* — przypuścmy 3,35 *m*. Gdyby zaś stosunek wynosił 5, wówczas odległość wypadłaby powyżej 3,2 *m*, a poniżej 3,8 *m* — przypuścmy 3,6 *m*. Ponieważ jednak stosunek przekładni wynosi 4,6, przeto odległość wypadnie powyżej 3,35 *m*, a poniżej 3,6 *m* — przypuścmy

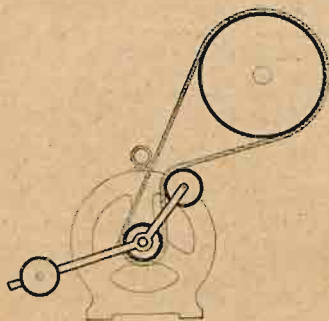
3,5 *m*.

Ze względu na warunki miejscowe, wypada czasem ustawić maszyny bliżej, albo przeciwnie — znacznie dalej jedną od drugiej. W tych wypadkach używane są krażki naprzężające (rys. 23) lub dodatkowe przystawki w postaci dwóch kół pasowych.

Pasy. Do maszyn elektrycznych używane są pasy skórzane w najlepszym gatunku. Z dwóch pasów o równej wytrzymałości lepiej będzie pracował pas szeroki a cienki, niż wąski a gruby. W każdym razie pas powinien być węższy od koła o 20 do 30 *mm*.



Dołem należy prowadzić ciągnąca (wypreżoną) część pasa, górą zaś (rys. 24) — część ciągnioną (zwisającą). W układzie odwrotnym (rys. 25) pas obchwytuje zbyt małe powierzchnie kół. Ze względu na prędkości bieg maszyn elektrycznych, nie należy pasów krzyżować.



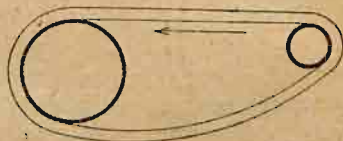
Rys. 23.

Pasy powinny być sklejone w jeden obwód bez końca w ten sposób, by gładka strona „od włosów“ szła na zewnątrz, a strona „od mięsa“ przylegała do kół. Pasy zszywane lub spinane sprzączkami uderzają o koła i szarpiają, a przeto nie nadają się do maszyn elektrycznych.

Końce pasa ścina się w ostrza, hebluje na gładko i zlepia specjalnym klejem (mieszanka kleju, terpentyny i octu). Najlepiej sprowadzać pasy gotowe czyli sklejone w fabryce. W zamówieniu należy podawać średnice i odległość między środkami kół, przyczem odległość tę należy mierzyć po uprzednim przesunięciu maszyny elektrycznej na saniach w położenie najbliższe względem maszyny mechanicznej.



Rys. 24 (układ poprawny).



Rys. 25 (układ błędny).

W tem właśnie najbliższym położeniu maszyn zakłada się zawsze nowe pasy. Wkrótce po założeniu pas wydłuża się i trzeba go wypreżyć przez stopniowe odsuwanie maszyny. W wypadkach, gdy sanie nie pozwalają na dalsze odsuwanie maszyny, lub gdy maszyny nie mają przyrządów saniowych,



można przez przesylenie pasa łożem skrócić jego długość niemal o 2%. W tym celu pociągamy wewnątrz stronę pasa pendzlem, umaczanym w roztopionym czystym łożu bydłecym. Poza tem, nie należy używać żadnych tłuszczów, kalfonji czy żywicy, gdyż niszczą one skórę, z wyjątkiem tylko oleju rogowego, który nadaje jej większą sprężystość.

Przy zakładaniu należy uważać na położenie złącza względem kierunku biegu, aby ostry koniec pasa od strony wewnętrznej nie zadzierał się przy uderzeniach o koła pasowe. Ostrze tego końca powinno być zwrócone przeciwko kierunkowi biegu (rys. 24).

## Prądnic e.

### § 10. Rodzaje maszyn i części składowe.

1. Prądnic a (dynamomaszyna, generator) otrzymuje z silnika pracę mechaniczną, a wytwarza wzajemian prąd elektryczny.

2. Silnik elektryczny (motor elektryczny) odbiera z sieci prąd elektryczny, a oddaje pracę mechaniczną.

3. Przetwornic a służy do zamiany rodzaju prądu (np. zmiennego na stały), a przy prądzie stałym — również do zamiany napięcia (np. z 500 V na 120 V).

4. Transformator służy do zamiany napięcia przy prądzie zmiennym (np. z 6000 V na 120 V).

5. Prostownik służy do zamiany prądu zmiennego na prąd o kierunku stałym.

Prądnic e, silniki i przetwornic e wirujące zaliczamy do maszyn, natomiast transformator y i prostownik i — do przyrządów.

Maszyna elektryczna składa się zwykle z dwóch części zasadniczych:

1. magnesnic y, w której wzbudza się pole magnetyczne, i
2. twornika, w którym wznica się napięcie elektryczne.