





AUTOMATYZACJA MAKIET KOLEJOWYCH (część I) — Mgr inż. Jan Łyżwiński ● TURYSTYCZNE SZACHY — Zenon Żurek ● JAK ZOSTAĆ KRÓTKOFA-LOWCEM (odcinek 16) — Mgr inż. Witold Kozak

AUTOMATYZACJA MAKIET KOLEJOWYCH

CZĘŚĆ I

Gdy uruchamiamy na kolejowej makiety więcej niż jedną lokomotywę, pojawia się problem jednoczesnego sterowania kilkoma pociągami. Zabawa jest atrakcyjna przy ruchu wielu pojazdów, ale jedna osoba może kierować tylko jedną lokomotywą. W sterowaniu pozostałymi lokomotywami pomogą urządzenia automatyczne. Naszym zadaniem będzie więc tylko programowanie przejazdów przez stacje oraz kierowanie lokomotywami manewrującymi, a ruch na liniach i mijankach będzie się odbywał samoczynnie.

Podstawowymi układami takich automatów są tzw. odcinki izolowane. Mają one za zadanie dostarczenie informacji o położeniu pociągów (inaczej: o zajmowaniu poszczególnych fragmentów toru). Układy sterujące na podstawie tych informacji wyświetlą odpowiednie światła na semaforach oraz ustawią zwrotnice. Dlatego budowę urządzeń samoczynnych należy rozpocząć od dokładnego poznania układów opisanych w dalszej części artykułu. W układach tych stosujemy przekaźniki elektromagnetyczne, w które można zaopatrzyć się w sklepach Centralnej Składnicy Harcerskiej: przekaźnik dla kolejki TT nr 8410 lub 5617/545/119 kosztuje 45 zł, a stosowany zastępczo przekaźnik dla kolejki HO „Piko” nr 5617/5/1 — 50 zł. Przekaźnik

8410 będzie wygodniejszy, ze względu na większą liczbę zestyków. Przy zakupie przekaźników należy zwrócić uwagę na to, czy dołączone są do nich instrukcje obsługi i połączeń wewnętrznych.

Układy zależnościowe i sterujące zbudujemy z przekaźników neutralnych dowolnego typu przystosowanych do zasilania napięciem 6—20 V, np. MT6, MT12 lub z przekaźników kontaktronowych z samodzielnie nawiniętymi cewkami. Dla blokady liniowej będzie można użyć gotowych zestawów semafor-przekaźnik „Piko” nr 5270/5/19 w cenie 85 zł, po niewielkiej przeróbce. Ze względów ekonomicznych i plastycznych (na powierzchni makiety nie ma przekaźników) można samodzielnie wykonać zestawy dla blokady z własnoręcznie zbudowanego semafora (wzór jak dla PKP) oraz przekaźnika 8410. Jeżeli ilość zestyków, które powinny być w jednym przekaźniku, przekracza liczbę zestyków w posiadanych przekaźnikach, wtedy stosujemy równoległe podłączanie odpowiedniej liczby przekaźników.

Polecamy także odwiedzenie Ośrodka Kultury i Informacji NRD w Warszawie przy ul. Świętokrzyskiej, gdzie można nabyć ładnie wydane książki o modelarstwie kolejowym, w których większość istotnych informacji podana jest na rysunkach i schematach.

1. Sygnalizacja kolejowa

Ruch pociągów rządzi się nieco innymi prawami niż na przykład ruch drogowy. Te inne prawa wynikają z warunków technicznych działania kolei. Szybkość osiągana przez pociągi dochodzi do 140 km/h, ciężar składu do $2,5 \cdot 10^7$ N (ok. 2500 t), długość składu do 800 m i droga hamowania do 1000 m. Dlatego człowiek kierujący lokomotywą nie jest w stanie zatrzymać pociągu w czasie od spostrzeżenia sygnału do minięcia semafora, lecz musi być odpowiednio wcześniej ostrzeżony o wskazaniu ograniczającym szybkość. Każdy semafor swoimi światłami wskazuje dopuszczalną prędkość jazdy na odcinku położonym bezpośrednio za nim oraz na odcinku za następnym semaforem. W ten sposób maszynista otrzymuje na każdym semaforze dwie informacje. Każda z tych informacji pojawia się na dwóch kolejnych semaforach — pierwszy raz jako ostrzeżenie, drugi raz jako nakaz ograniczenia prędkości.

Rys. 1 przedstawia powiązanie wskazań semaforów i prędkości jazdy dla kolejnych odcinków. Jako ograniczenia prędkości przyjęto na PKP następujące wielkości: 0 km/h, 40 km/h, 60 km/h, 100 km/h i V_{max} .

Kiedy stosuje się takie ograniczenia?

- 0 km/h — „stój”, jazda zabroniona,
- 40 km/h — jazda po rozjeździe na odgałęzienie lub z odgałęzienia,
- 60 km/h — jazda na lub z odgałęzienia po rozjeździe nowej konstrukcji,
- 100 km/h — jazda na wprost po rozjeździe krzyżowym, skrzyżowaniu lub po łuku zewnętrznym rozjazdu łukowego,
- V_{max} — jazda z największą prędkością dla danego odcinka określoną przepisami (od 40 do 140 km/h).

Odpowiadające tym prędkościom wskazania na semaforze pokazane są na rys. 2. Każdy z sygnałów b_1 — b_4 może wystąpić z dowolnym sygnałem spośród a_1 — a_4 , natomiast sygnał c występuje zawsze samodzielnie.

Semafor stacyjny składa się z 2—5 komór i ewentualnie wskaźnika, tzw. pasa zielonego lub żółtego. Rozmieszczenie komór pokazuje rys. 3a. Sygnał zezwalający na jazdę składa się zawsze z jednego z górnych światel (wskazania b_1 — b_4) i zależnie od ustawionej drogi jazdy pociągu ze światel dolnych (wskazania a_1 — a_4). Sygnał „stój” jest podawany jako jedno czerwone światło (wskazanie c). Ilość możliwych kombinacji wskazań jest następująca:

$$(b_1 - b_4) \times (a_1 - a_4), \text{ czyli } 4 \times 4 = 16 \\ \text{oraz } c \quad + 1$$

$$\text{razem} = 17$$

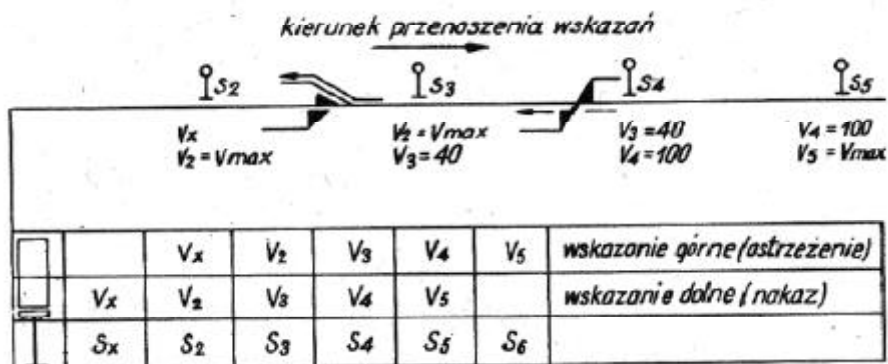
Semafor liniowy składa się z 2 lub 3 komór, które używane są do wskazań c, b_1 , b_4 oraz dodatkowo b_2 i b_3 (rys. 3b).

Semafor — tarcza ostrzegawcza — składa się z 1 lub 2 komór, które zasadniczo pokazują sygnały b_1 i dodatkowo b_2 — b_4 (rys. 3c).

Dla rozróżnienia rodzaju semafora maluje się ich maszty następująco: stacyjny w pasy biało-czerwone, liniowy na biało, a „tarczę” na szaro. Zestawienie wszystkich wskazań podane jest w instrukcji otrzymywanej przy zakupie fabrycznych semaforów w sklepach C.S.H.

2. Blokada samoczynna

Ruch pociągów na linii między stacjami regulowany jest przez odpowiednie urządzenia bez obsługi ludzkiej. Mają one za zadanie informować maszynistów o sytuacji na odcinkach przed nimi oraz ostanąć pociągi sygnałami „stój”. Linia podzielona jest na odcinki, z których każdy ma na początku semafor. Wska-

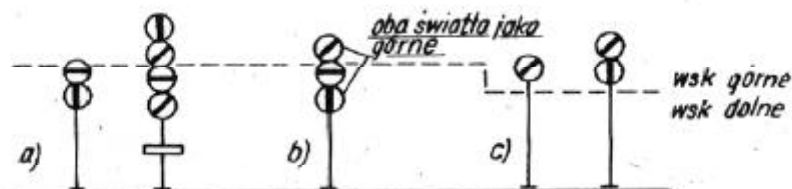


Rys. 1.

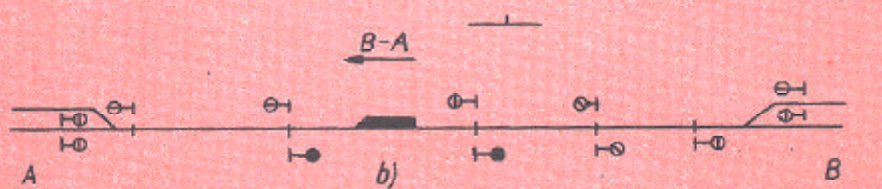
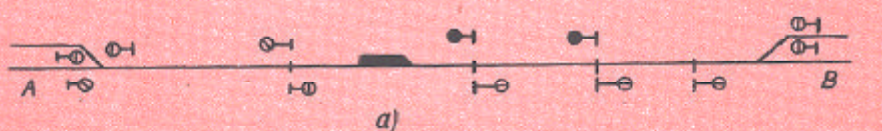
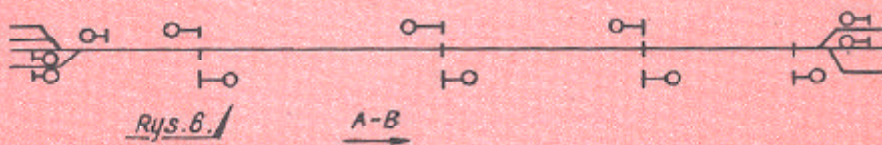
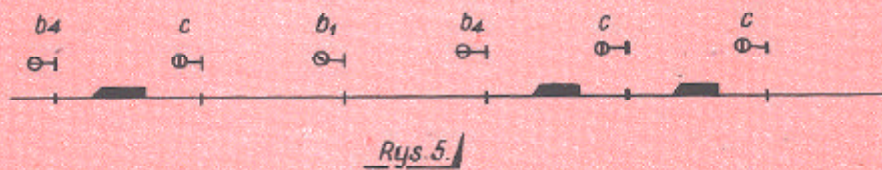
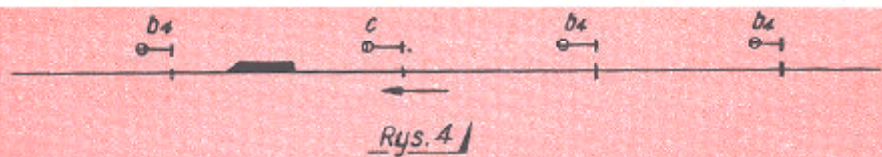
predkość	nakaz prędkości przy mijanym semaforze		ostrzeżenie o nakazie na następnym semaforze	
0 km/h	⊖	c	⊗	b ₁
40 km/h	⊙	a ₁	⊘	b ₂
60 km/h	⊙ ▨	a ₂	⊘	b ₂
100 km/h	⊙ ▩	a ₃	⊘	b ₃
V max	brak dolnego wskazania	a ₄	⊕	b ₄
	światła dolne		światła górne	

- ⊖ światło czerwone ⊘ światło migające 45 cykli na min.
 ⊙ " żółte ▨ pas żółty
 ⊕ " zielone ▩ pas zielony

Rys. 2.

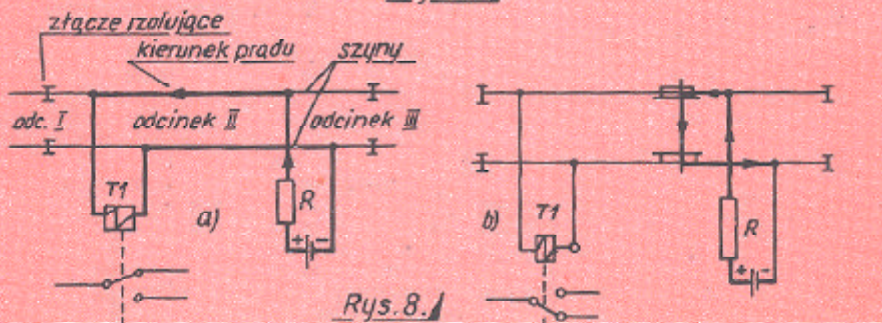


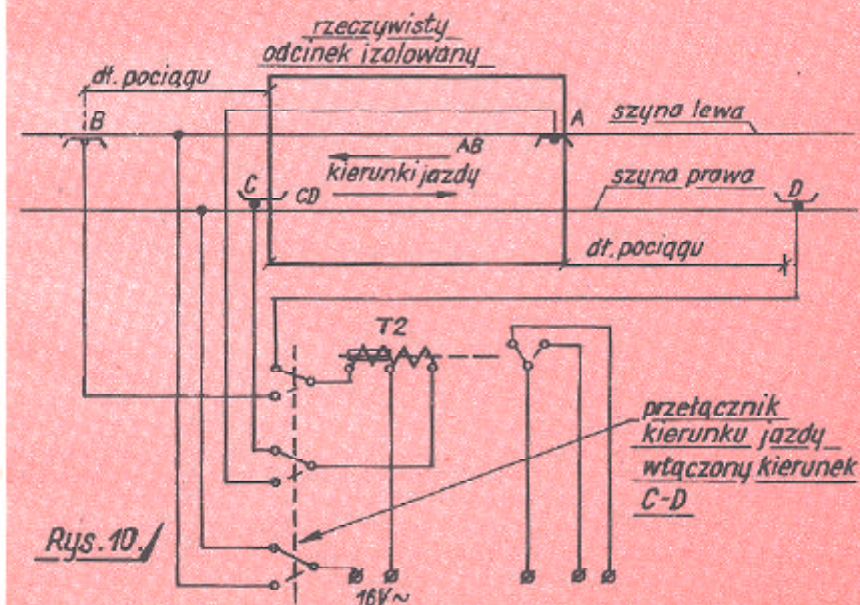
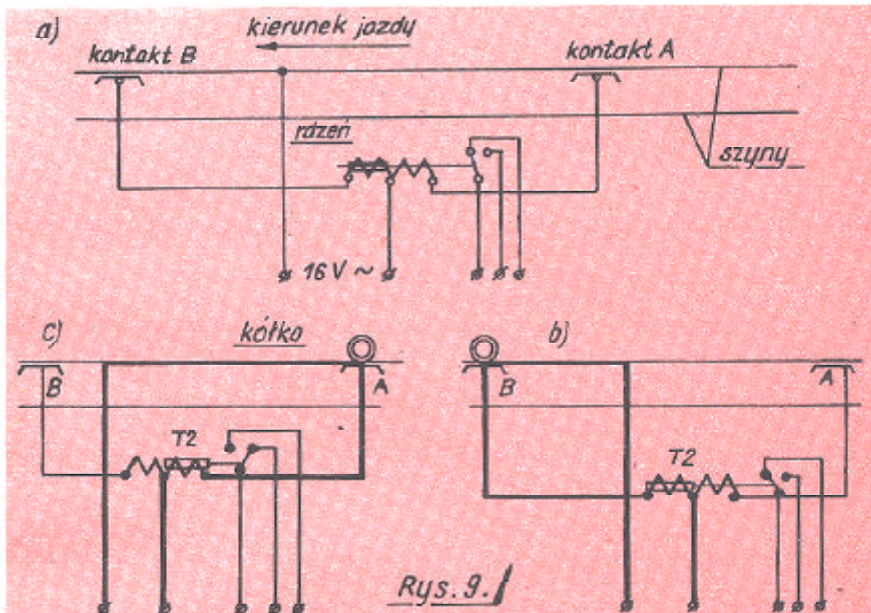
Rys. 3.



Rys. 7

● semafor ciemny





zania semaforów są uzależnione od tego, czy i które odcinki za nimi są zajęte. Ponieważ na jednym odcinku może się znajdować tylko jeden pociąg, semafor odcinka zajętego podaje sygnał c. Semafor odcinków wolnych podają sygnały b_4 . Taka blokada jest stosowana na liniach kolei dojazdowych, na przykład WKD, to znaczy tam, gdzie odległość, z jakiej widać semafor, umożliwia zatrzymanie się pociągu (rys. 4). Najpowszechniej stosowana jest blokada, w której semafori wyświetlają dodatkowo sygnał b_1 . Podawany będzie on wtedy, jeśli za semaforem jest odcinek wolny, a odcinek następny jest zajęty przez pociąg. Natomiast sygnał b_4 oznacza, że bezpośrednio za semaforem są wolne co najmniej dwa odcinki. Taka blokada nazywana jest trzystawną. Przykładowe wskazania semaforów tej blokady w zależności od położenia pociągów pokazane są na rys. 5. Ruch pociągów może odbywać się w jednym lub w obu kierunkach. Dlatego buduje się blokady jednokierunkowe, ustawienie semaforów jak na rys. 5, oraz dwukierunkowe — rys. 6. W takiej blokadzie przy załączonym kierunku A—B czynne są semafori dla kierunku jazdy oraz tylko niektóre dla kierunku przeciwnego — rys. 7a. Po zmianie kierunku na B—A czynne są semafori pokazane na rys. 7b.

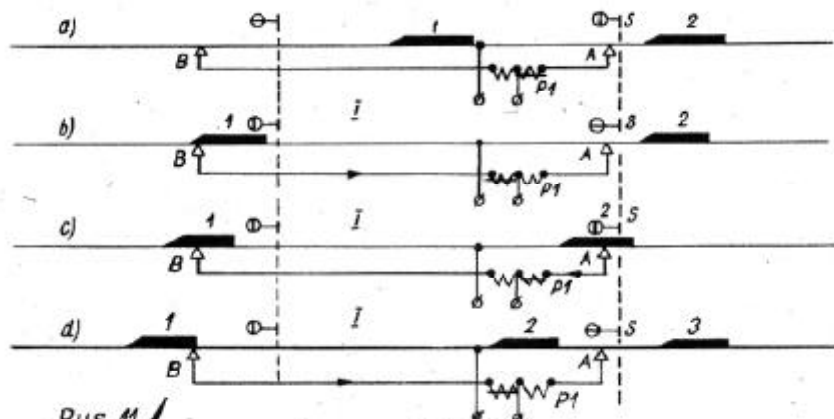
3. Zasady działania odcinka izolowanego

W urządzeniach zabezpieczenia ruchu kolejowego stosuje się obwody elektryczne w torach dla wykrywania obecności taboru. Tory dzieli się na odcinki wzajemnie elektrycznie izolowane. Schemat obwodu takiego odcinka pokazany jest na rys. 8a. Gdy odcinek jest wolny, to przekaźnik P1 jest przyciągnięty. Wjazd pierwszej osi powoduje zwarcie między szynami i zwolnienie przekaźnika (rys. 8b). Przekaźnik P1 ponownie przyciąga po zjechaniu ostatniej osi. Wykonanie takiego obwodu dla modelu kolejki jest

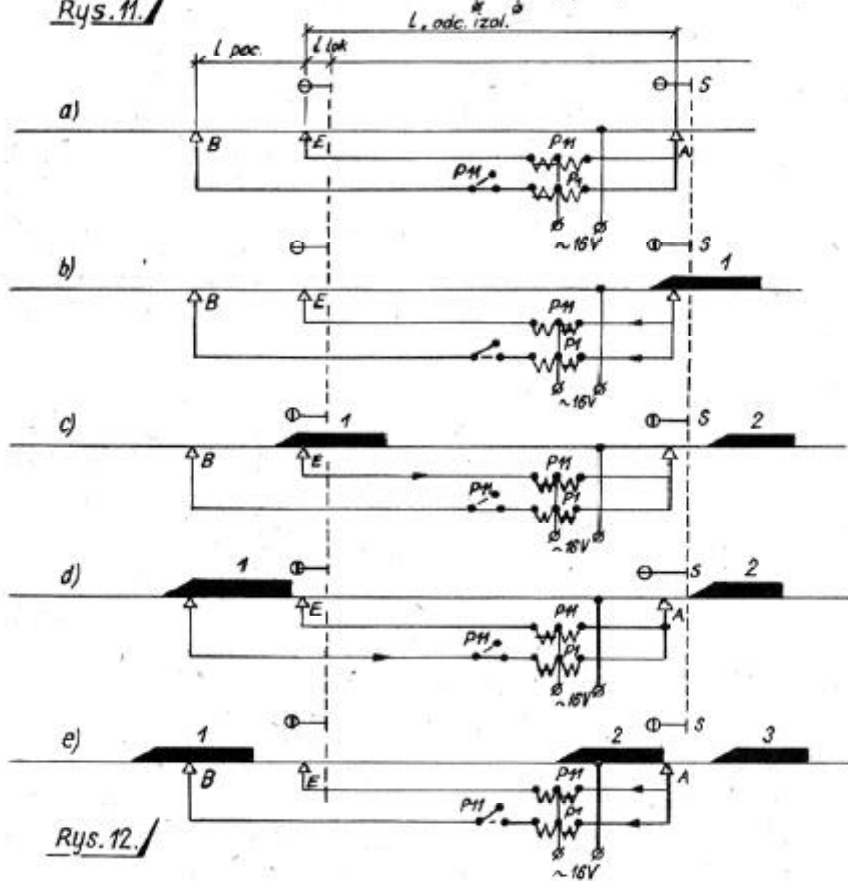
trudne. Szyny są tu wykorzystywane do zasilania lokomotyw, a wagony mają kółka ze sztucznego tworzywa i zwarcie toków szyn jest niemożliwe. Dlatego stosuje się tzw. „przekaźniki torowe” uruchamiane przez zetknięcie metalowego koła z kontaktem szynowym (rys. 9a). Wjazd pierwszej osi lokomotywy na kontakt A powoduje zamknięcie obwodu elektrycznego (rys. 9b). W przekaźniku P2 przesuwa się rdzeń i przelacza styki. Odcinek jest zajęty przez pociąg. W czasie wyjazdu, przez kontakt B zamyka się drugi obwód (rys. 9c) i rdzeń przekaźnika przesuwa się w drugą stronę. Odcinek zostaje zwolniony. Ze względu na oddziaływanie pierwszej osi rzeczywisty „odcinek izolowany” jest krótszy od rozstawu kontaktów o długość pociągu. Dla jazdy w przeciwnym kierunku można wykorzystać ten sam przekaźnik P2, ale należy odpowiednio przelaczać kontakty A—C i B—D (rys. 10). Dokładny schemat połączeń w fabrycznym przekaźniku podany jest w instrukcjach obsługi.

4. „Bezpieczny” odcinek izolowany

Odcinek izolowany zbudowany z zastosowaniem jednego przekaźnika ma zasadniczą wadę: przekaźnik może przelaczać zestyki przy każdej metalowej osi przejeżdżającej nad kontaktem. Rys. 11 przedstawia kolejne momenty przejazdu dwóch pociągów przez odcinek I. Pociąg nr 1 znajduje się na odcinku I, a pociąg nr 2 oczekuje pod semaforem S na zezwolenie na wjazd na odcinek (rys. 11a). Pociąg nr 1 zjeżdżając z odcinka zamyka obwód przez kontakt B i przekaźnik torowy P1 przelacza zestyki. Pociąg nr 2 może teraz wjechać na odcinek I (rys. 11b). Wjeżdżając zamyka obwód przez kontakt A i zapala czerwone światło na semaforze S za sobą (rys. 11c). Pociąg nr 2 jest krótszy od pociągu nr 1 i w związku z tym wcześniej przejeżdża nad kontaktem A niż pociąg nr 1 nad kontaktem B. W pociągu nr 1



Rys. 11.



Rys. 12.

ostatni wagon ma metalowe kółka. Wagon ten jadąc nad kontaktem B przelącza przekaźnik P1. Z tego powodu nadjeżdżający pociąg nr 3 ma zielone światło na semaforze S mimo faktycznego zajęcia odcinka przez pociąg nr 2 (rys. 11d). Dlatego też chcąc poprawnie sterować pociągami należy układ elektryczny odcinka izolowanego uzupełnić pomocniczym przekaźnikiem i kontaktem.

Taki uzupełniony układ przedstawia rys. 12a. Odcinek nie jest zajęty, a przekaźniki są w stanie umownym zwolnionym. Semafor S wyświetla światło zielone. Działanie układu jest następujące: pociąg nr 1 wjeżdżając na kontakt A przelącza oba przekaźniki P1 i P11. Przekaznik główny P1 zmienia światło swoim zestykiem, przekaźnik pomocniczy P11 przerywa obwód kontaktu B (rys. 12b). Kontakt E znajduje się na końcu odcinka. Przejazd pierwszej osi pociągu nr 1 nad tym kontaktem powoduje powrót przekaźnika P11 do stanu zwolnienia (rys. 12c). Przygotowuje on obwód zwolnienia przekaźnika P1 przez kontakt B. Pociąg nr 1 zjeżdża z odcinka (zwalnia przekaźnik P1 w obwodzie kontaktu B) i wówczas pociąg nr 2 może wjechać na odcinek (rys. 12d). Pierwszą osią pociąg nr 2 zamyka obwód przez kontakt A i przekaźniki P1 i P11 przelącza zestyki (rys. 12e). Teraz, mimo że pociąg nr 1 jeszcze znajduje się nad kontaktem B i metalowe kółka jego wagonów zawierają obwód zwolnienia przekaźnika P1, to przelączenie przekaźnika P1 jest niemożliwe. Pociąg nr 2 jest skutecznie osłonięty czerwonym światłem semafora S aż do momentu, kiedy wjedzie na kontakt B. Dla zwolnienia odcinka potrzebna jest zatem następująca kolejność zdarzeń: po każdym zajęciu odcinka (pierwsza oś pociągu na kontakcie A) musi nastąpić najpierw przelączenie przekaźnika pomocniczego P11 (pierwsza oś na kontakcie E), a potem właściwe zwolnienie odcinka (pierwsza oś na kontakcie B). Dodatkowy kontakt

E potrzebny jest tylko przy samodzielnym odcinku. Jeśli budujemy szereg odcinków przylegających do siebie, np. blokadę samoczynną, to kontakt E kolejnego odcinka można połączyć z kontaktem A odcinka następnego tak, jak pokazano na rys. 13, a więc odpowiednio kontakty A2 i E1 lub A3 i E2. Ogólna liczba kontaktów zmniejszy się wtedy o jedną trzecią z wyjątkiem kontaktu E dla odcinka ostatniego.

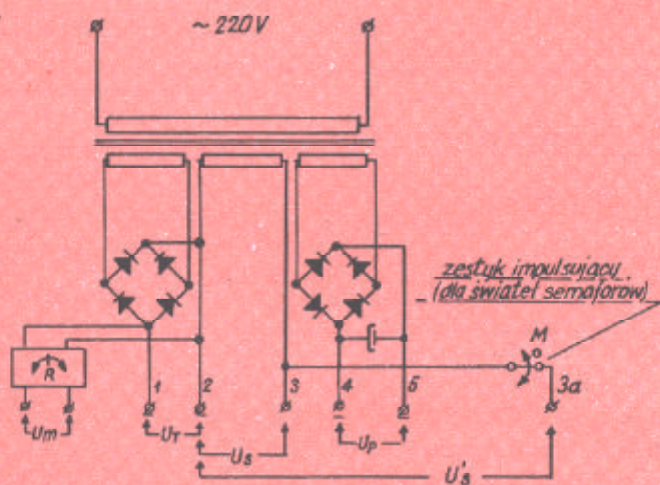
Aby dobrze opanować zasady działania odcinka „bezpiecznego”, można próbnie zbudować kolejno jeden prosty odcinek, jeden „bezpieczny” i potem 2 lub 3 „bezpieczne” połączone szeregowo wg rys. 14.

5. Cięcie szyn

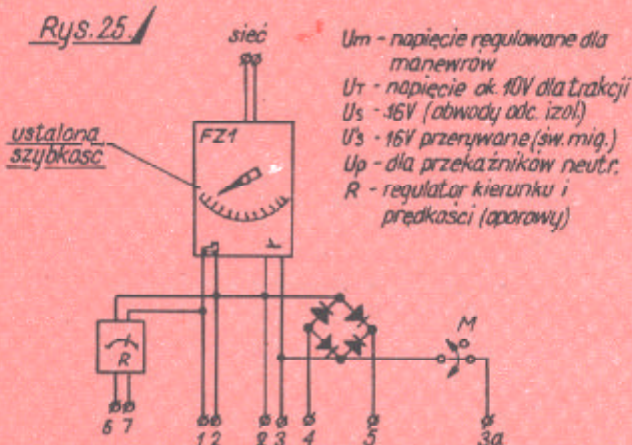
W czasie budowy makiety niejednokrotnie zachodzi konieczność dopasowania zbiegających się torów lub wstawiania odcinków szyn o nietypowych długościach. W tym celu tniemy szyny. Pó rozgięciu uchwytów odłączamy obie szyny od podkładu (rys. 15). Szyny wciskamy na krawędź płytki z dość twardego materiału (ebonit, polistyren, preszpan) grubości ok. 1 mm umocowanej w imadle i przecinamy ją piłką włośnicową do metalu (rys. 16). Podkłady natomiast przecinamy ostrym nożem. Przed złożeniem całości należy jeszcze wykonać otwór ustalający położenie bolca łączącego sąsiednie szyny. Wskazane jest przecinanie szyn w ten sposób, by przy końcu szyny znajdował się przynajmniej jeden uchwyt mocujący do podkładu (rys. 17).

6. Kontakty szynowe

Semafor blokady samoczynnej sterowane są przez pociąg za pomocą kontaktów szynowych. W chwili najechania metalowej osi na kontakt (rys. 18) płynie prąd przez jedno z dwóch uzwojeń elektromagnesu i następuje przelączenie światła. Kontakty wykonane są w po-



Rys. 25



Rys. 26

Um - napięcie regulowane dla manewrów
 Ur - napięcie ok. 10V dla trakcji
 Us - 16V (obwody odz. izol.)
 U's - 16V przerywane (św. mig.)
 Up - dla przekaźników neutr.
 R - regulator kierunku i prędkości (oporowy)

9. Przygotowanie cienkich przewodów

W razie braku odpowiednio cienkich przewodów izolowanych przygotowujemy je sami. Z drutu o średnicy 0,5–0,8 mm zdejmujemy w jednym kawałku koszulkę igelitową długości ok. 10 cm. Koszulkę nawlekamy na drut o średnicy 0,2–0,3 mm i w strumieniu pary z czajnika

na gorąco rozciągamy igelit. Przewody takie przydadzą się przy samodzielnym wykonaniu semaforów o większej liczbie świateł.

10. Zasilanie makiety

Dla naszych potrzeb musimy zbudować układ zasilający spełniający wyma-

gania co do wysokości napięć i mocy transformatora.

Zasilanie trakcyjne

Lokomotywy napędzane są silnikami pobierającymi prąd 0,2—0,5 A przy napięciu 12—16 V. Rozwijane wówczas szybkości są trochę za duże, jak dla skali naszej makiety. Można lokomotywy zasiląć napięciem do 10 V i wówczas przejazd pociągu będzie trwał odpowiednio dłużej. Pobór prądu będzie zależał od ilości jeżdżących lokomotyw oraz ilości czynnych żarówek oświetlających wnętrza wagonów.

Zasilanie obwodów odcinków izolowanych

Przełączniki torowe zasilane są impulsowo prądem przemiennym o natężeniu ok. 1 A. Praktycznie można przyjąć, że nie ma jednocześnie impulsów z dwóch kontaktów, natomiast do jednego kontaktu mogą być podłączone trzy przełączniki. Oprócz tego tym samym napięciem zasilane są żarówki semaforów — po 50 mA na każdy semafor — oraz napędy zwrotnic (tak jak przełączniki torowe).

Zasilanie obwodów sterujących

Napięcie powinno być dostosowane do typu przełącznika, jakim dysponujemy. Tu także tylko część przełączników będzie jednocześnie w stanie wzbudzonym. Orientacyjnie — po jednym na zajęty odcinek izolowany, zwrotnicę i semafor stacyjny. Proponowany układ zasilający przedstawia rys. 25. Układ taki wystarczy dla makiety z 10 lokomotywami. Dla mniejszej liczby pojazdów wystarczy może transformator z prostownikiem i regulatorem prądu trakcyjnego (rys. 26). Przy ustawianiu lokomotyw na szynach należy zwrócić uwagę na jednakowy kierunek jazdy. W razie rozbieżności należy w części lokomotyw zamienić doprowadzenie do szczotek kolektora lub obrócić silnik wokół osi wirnika o 180°.