ZASTOSOWANIE ZWOJNIC ELEKTROMAGNESÓW W MODELARSKICH URZĄDZENIACH TELEMECHANICZNYCH

Spełniając życzenia wielu Czytelników, omówimy w niniejszym artykule budowę solenoidów i elektromagnesów, podając jednocześnie opis wykonania prostego mechanizmu, przekształcającego energię elektryczną w mechaniczną.

Omawiany mechanizm ma zastosowanie w modelach zdalnie sterowanych szybowców lub samolotów przy uruchamianiu steru kierunkowego.

Zjawiska elektromagnetyczne, zaobserwowane po raz pierwszy w 1820 roku przez duńskiego fizyka Oersteda, znalazły szerokie zastosowanie w technice, zwłaszcza w urządzeniach działających automatycznie.

Doświadczenie Oersteda polegało na stwierdzeniu własności magnetycznych przewodnika przewodzącego prąd. Wykryte zjawisko umożliwiło późniejszym badaczom zbudowanie przyrządów zwanych zwojnicami i elektromagnesami.

W telemechanice i technice modelarskiej oba te urządzenia znalazły praktyczne zastosowanie. Zwojnicę (cewkę), zwaną też solenoidem, wykorzystuje się w modelach do uruchamiania steru kierunkowego.

Budowa tego typu mechanizmu napędowego jest nader prosta, lecz odznacza się on małą sprawnością i stosunkowo dużym ciężarem własnym, co obniża znacznie sprawność techniczną modelu.

Mimo wspomnianych jego mankamentów, zapoznajmy się z ogólną budową tego ciekawego urządzenia oraz wyjaśnijmy sobie ogólną zasadę jego działania.

Na rys. 1a i b (schematycznym) przedstawiono mechanizmy sterownicze do modeli, w których dwie zwojnice (solenoidy) umożliwiają uzyskanie dwukierunkowego działania steru, a jego pozycję neutralną utrzymują dwie sprężyny spiralne.

Z działu fizyki — z elektrotechniki — wiemy, że każda zwojnica, przez którą przepływa prąd elektryczny, wytwarza pole magnetyczne, podobnie jak pole magnesu stałego. Pole magnetyczne zwojnicy jest tym silniejsze, im wyższe jest natężenie prądu w niej płynącego i im więcej zwojów ona posiada. Najsilniejsze pole powstaje wewnątrz zwojnicy.

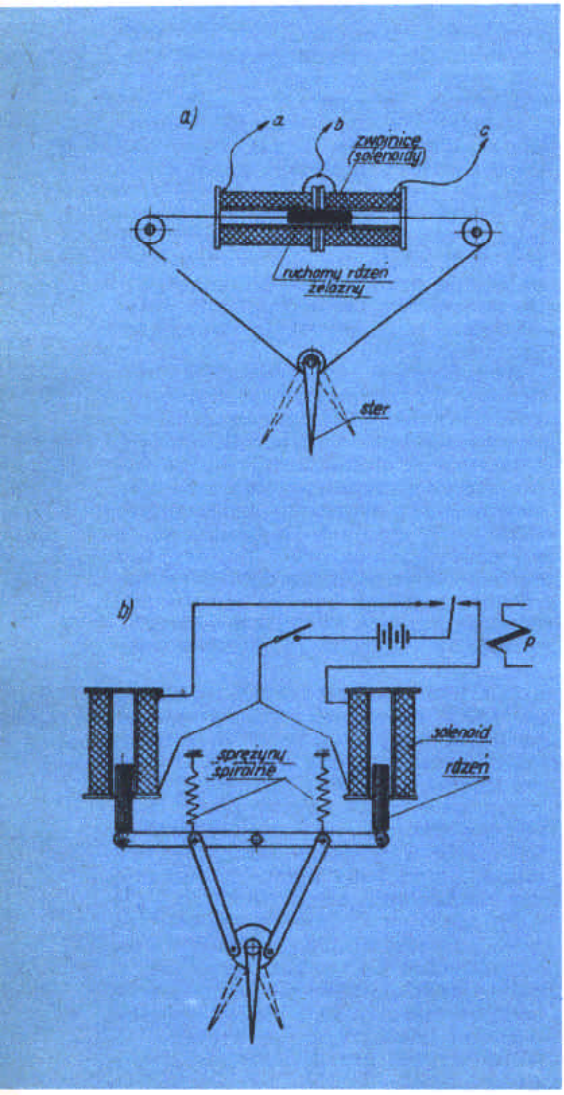
Szczegółowe obliczenia wartości liczbowych (parametrów) „sterowników" z solenoidami można znaleźć w odpowiednich podręcznikach.

Istotnymi elementami mechanizmu sterowniczego są dwie zwojnice nawinięte drutem izolowanym (DNE) na szpulach wykonanych z materiału izolacyjnego (tektury lub suchego drewna) oraz dwa ruchome rdzenie z miękkiego żelaza (odpowiednio wyżarzonego), które są połączone ze sterem za pomocą cięgieł.

Efektem magnetycznego działania zwojnicy, na skutek przepływającego przez nią prądu, jest siła magnetomotoryczna, którą określa liczbowo iloczyn natężenia prądu przepływającego przez zwojnicę przez liczbę zwojów „z" ($I \cdot z$). Jednostką więc siły magnetomotorycznej jest amper pomnożony przez liczbę zwojów, nazywany amperozwojem.

Po takim wyjaśnieniu teoretycznych podstaw budowy i działania elektromagnesów zapoznamy się z kolei bardziej szczegółowo z opisem budowy sterownika i elektromagnetycznym mechanizmem, którego ogólny wygląd przedstawiono na rys. 2 (A).

Budowa omawianego mechanizmu przypomina budowę przekaźnika elektromagnetycznego, z którego usunięto system sprężyn stykowych i dołączono ramię wykonane z kątownika, służące do przekazywania ruchu na mechanizm sterowniczy.



Zasadnicze wymiary elementów składowych tego mechanizmu podano na rys. 2 (elementy 1, 2, 3, 4, 5, 6 i 7).

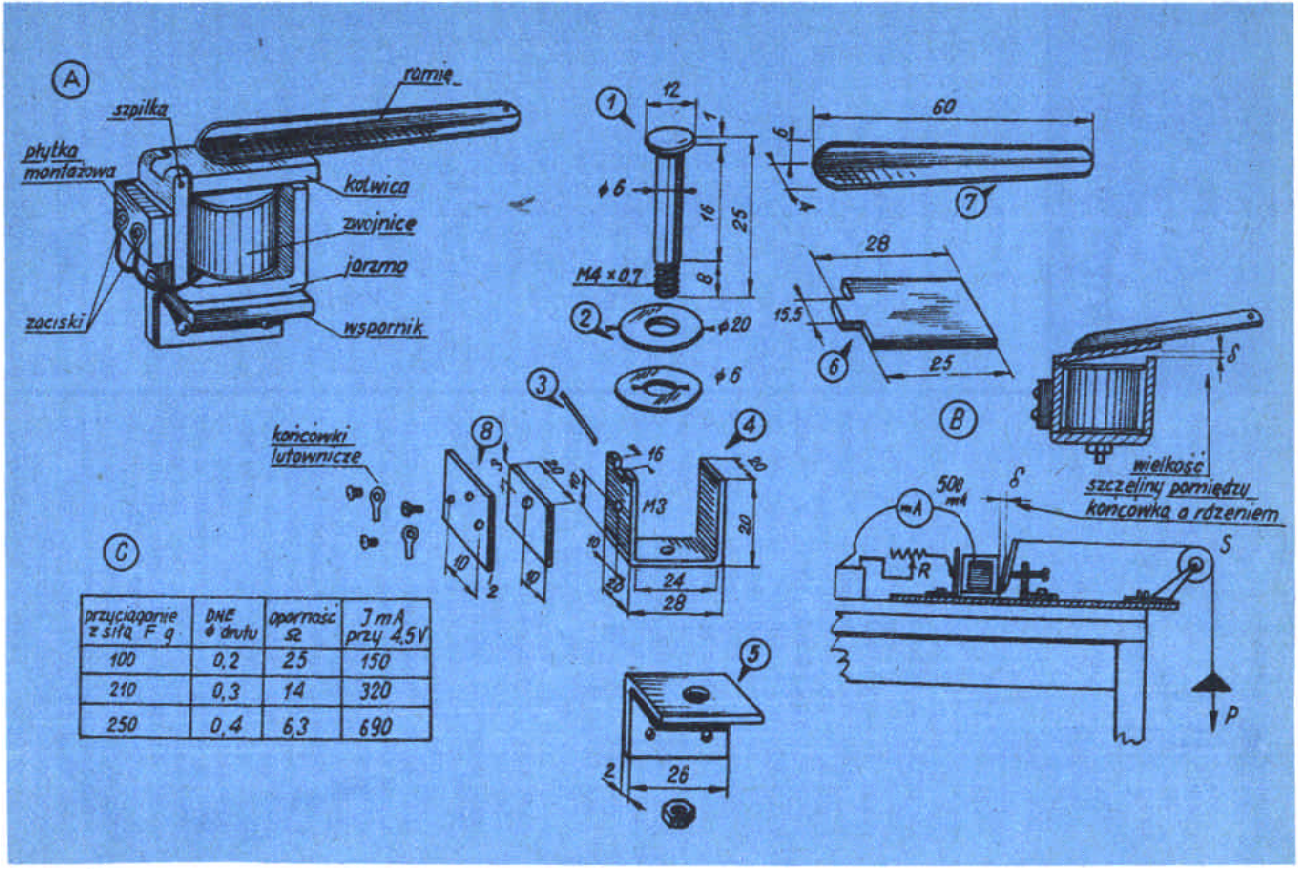
Obwód magnetyczny tego mechanizmu składa się z jarzma i ruchomej kotwicy, wykonanych z miękkiego żelaza, oraz ze zwojnicy osadzonej na rdzeniu, również z miękkiego żelaza.

Do górnej części kotwicy jest przylutowane ramię wykonane z blaszki mosiężnej, zgiętej wzdłuż pod kątem prostym. Cały ten mechanizm jest przykręcony od spodu do kątownika aluminiowego.

Najpierw wykonamy rdzeń elektromagnesu (rys. 2, element 1), którego średnica mierzy 6 mm, a średnica łba 12 mm. Koniec rdzenia nagwintujemy narzynką M4 po uprzednim obtoczeniu go na tokarce lub opiłowaniu do średnicy 4 mm na długości 8 mm.

Osłony zwojnicy w postaci dwóch krążków wykonujemy z materiałów izolacyjnych (tekturki preszpanowej lub kartonu). Uzwojenie cewki elektromagnesu (zwojnicę) nawijamy z drutu izolowanego (DNE) o ϕ 0,2 mm aż do wypełnienia osłon. Po nawinięciu drutu zwojnica taka będzie posiadała oporność (dla prądu stałego) 20—25 omów. Zwoje powinny być nawijane równo i ciasno (zwój przy zwoju). Oba końce drutu należy zabezpieczyć cienką rurką izolacyjną (igelitową). Zewnętrzną warstwę uzwojenia cewki owija się kilkakrotnie cienkim papierem lub kalką techniczną oraz okleja się impregnowaną ceratką.

Jarzmo mechanizmu (rys. 2, element 4) wraz z kotwicą (6) wykonamy z blachy żelaznej miękkiej (odpowiednio wyżarzonej) grubości 1,75—2,5 mm. Bardzo istotne i konieczne jest dokładne dopasowanie zawiasu łączącego w/w kotwicę z jarzmem. Ruch kotwicy powinien być swobodny, ale bez nadmiernych luzów. Osią, na której ma obracać się kotwica, będzie szpilka stalowa (rys. 2, elem. 3), przewleczona przez



przyciąganie z siłą F g	DNE ϕ drutu	oporność Ω	1 mA przy 4,5V
100	0,2	25	150
210	0,3	14	320
250	0,4	6,3	690

otwory wywiercone w poprzek zawiasu.

Wspornik mechanizmu sterowniczego (rys. 2, elem. 5) wykonujemy z blachy aluminiowej grub. 2—2,5 mm, według wymiarów podanych na rysunku.

Ramię dźwigni (rys. 2, elem.7) wykonujemy z blachy mosiężnej, zgiętej wzdłuż pod kątem prostym. Oba końce ramienia zaokrąglamy pilnikiem i następnie przylutowujemy do górnej ścianki kotwicy za pomocą cyny i kalafonii.

Z lewego boku jarzma przymocujemy, za pomocą wkrętów M3, dwie płytki montażowe (rys. 2, elem. 8) wykonane z materiału izolacyjnego, np. z bakelitu. Pierwsza płytka, grub. 2 mm, posiada 3 otwory gwintowane (M3), a druga, stanowiąca podkładkę izolacyjną — jeden otwór gwintowany.

Starannie wykonany i poprawnie złożony mechanizm należy wyregulować ustalając siłę przyciągania (F), która będzie zależała od szczeliny (δ) (rys. 2 — B) znajdującej się pomiędzy kotwicą a jarzmem.

Na rysunku 2 — B dolnym przedstawiono zestaw urządzeń umożliwiających przeprowadzenie pomiarów siły przyciągania (F). Prąd zasilający elektromagnes, czerpany jest poprzez opornik regulowany „R" z baterii 4,5 V. Ramię kotwicy, podparte śrubą regulacyjną, jest obciążone odpowiednim odważnikiem za pośrednictwem bloczka (S). Natężenie prądu mierzy się za pomocą miliamperomierza (500 mA).

W tabelce, zamieszczonej na rys. 2 — C, podane są charakterystyki mechanizmów sterowniczych o różnych wartościach przy różnych obciążeniach. Z tabeli tej wynika, że dobrze wyregulowany miniaturowy mechanizm z cewką o oporności około 25 omów wykazuje siłę przyciągania około 90—100 G. Regulując opornikiem „R" wartość natężenia prądu w obwodzie elektromagnesu, możemy badać interesujące nas własności układu sterowniczego.

Inż. Witold Kozak