

## ZESPÓŁ SPALINOWO-ELEKTRYCZNY STACJI RADIOFONICZNEJ POLSKIEGO RADIA Z LAT 50-TYCH XX WIEKU

Waldemar POTOCKI<sup>1</sup>, Jacek SAJCZYK<sup>2</sup>, Jacek KUSZNIER<sup>3</sup>

1. Oddział Białostocki Stowarzyszenia Elektryków Polskich
2. Politechnika Białostocka, Wydział Elektryczny
3. Politechnika Białostocka, Wydział Elektryczny  
e-mail: j.kusznier@pb.edu.pl

**Streszczenie:** Artykuł przedstawia zespół spalinowo-elektryczny stacji radiofonicznej Polskiego Radia z lat 50-tych XX wieku. Została omówiona jego budowa oraz sposób działania.

**Słowa kluczowe:** historia elektryki, historia techniki, historia radia.

### 1. WPROWADZENIE

Polska radiofonia doznała dużych strat w wyniku II wojny światowej, co wymagało szybkiej odbudowy infrastruktury radiowej przez przemysł krajowy, jak również zakupu urządzeń studyjnych i nadawczych za granicą. Na początku lat 50-tych zakupiono w Czechosłowacji kilka nadajników średniofalowych SRV30 firmy Tesla o mocy 30 kW. Umowa dotyczyła także dostarczenia na obiekty zespołów prądowców firmy Skoda jako rezerwy w zasilaniu obiektu nadawczego przy braku zasilania z sieci przemysłowej. Takie zestawy nadawcze i zasilające otrzymały: Kraków, Katowice (Ruda Śląska), Poznań, Gdańsk oraz Białystok, gdzie obiekt został zlokalizowany w okolicach wsi Sowłany (w odległości około 10 km od centrum miasta). Pracę na antenę rozpoczął w 1953 roku [1].

W radiokomunikacji, jak również w telekomunikacji (centrale telefoniczne itp.) ciągłość pracy urządzeń nadawczych w czasie przerw w zasilaniu energią elektryczną z sieci przemysłowej wymagała stosowania elektrowni zapasowej, którą nazywamy zespołem spalinowo-elektrycznym lub agregatem prądowczym. Był nim zwykle silnik spalinowy połączony wałem napędzającym generator (prądnicę) o parametrach sieci przesyłowej. Ze względu na duże moce nadajników stosowano zespoły stałe zamontowane na fundamentach w osobnym pomieszczeniu połączonych kablem ziemnym z rozdzielnicą n.n. w budynku technicznym, w którym istniała możliwość wyboru wariantu zasilania.

Zespół spalinowo-elektryczny (ZSE) firmy Skoda tworzyły: silnik napędowy Diesel 4-S-275 o mocy 260 KM i 500 obr/min, prądnicą synchroniczną (generator) trójfazowa 1H5038/12 o mocy 200 kVA, napięciu 400/231 V, częstotliwości 50Hz, prądzie znamionowym 290 A, współczynnika mocy  $\cos\phi = 0,8$ . Wzbudnica, prądnicą prądu stałego, samowzbudna bocznikowa 1C2624/40 o mocy 4,5 kW i napięciu znamionowym 110 V. Sterowanie prądnicą

synchronicznej było realizowane ręcznie lub automatycznie przez regulację prądu magnesującego w obwodzie wzbudzenia w zakresie 32÷92 V i prądzie 13÷31 A. Silnik, koło zamachowe, generator i wzbudnica były połączone wspólnym wałem.

### 2. WYSOKOPRĘŻNY SILNIK SPALINOWY

Silnik napędowy był silnikiem 4 cylindrowym, wysokoprężnym wyposażonym w automatyczny regulator obrotów. Na wale zostało umieszczone koło zamachowe w celu stabilizowania prędkości obrotowej bez względu na zmiany obciążenia (zmiany obciążenia wynikają ze zmiany amplitudy fali nośnej w wyniku modulacji – AM).

Silnik początkowo był chłodzony wodą w systemie przepływowym. Woda doprowadzona z wodociągu przepływała przez silnik chłodząc go i spływała do kanalizacji. W 1955 r. wprowadzono obieg zamknięty oraz dodatkowo zamontowano chłodnicę (woda i olej), w której przepływ powietrza chłodzącego zapewniał wentylator.

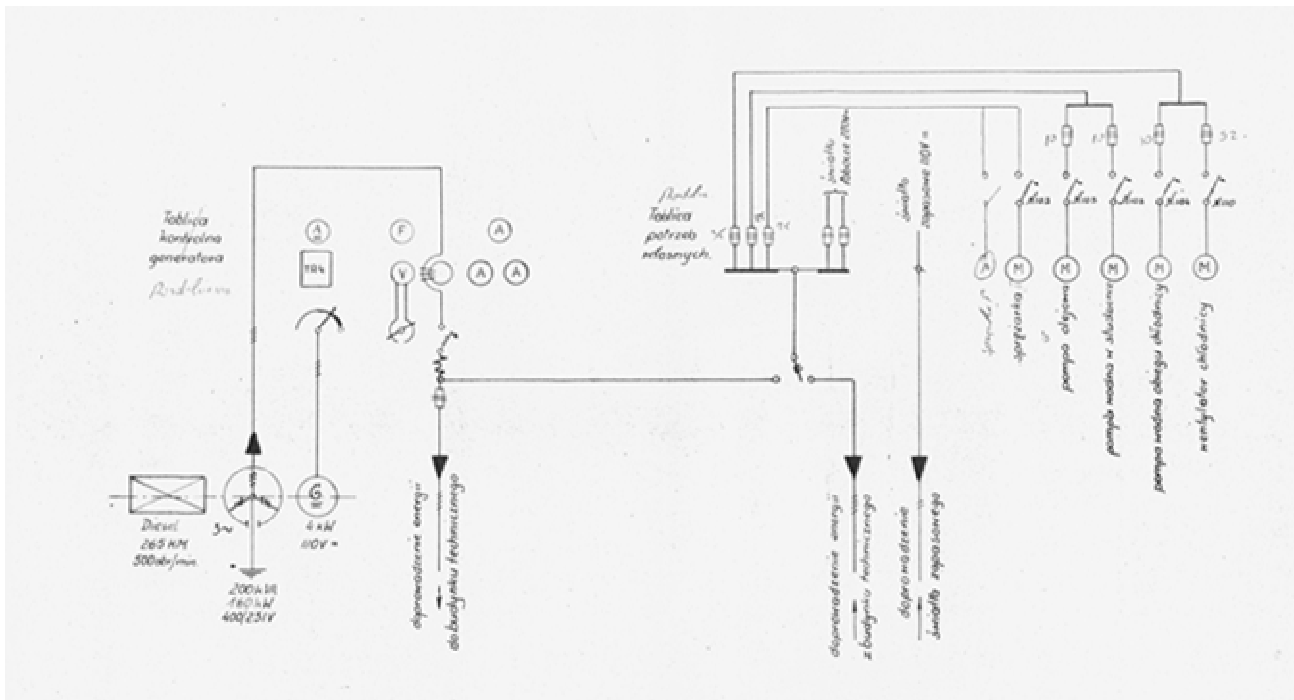
Podczas startu silnika przy braku napięcia woda spływała grawitacyjnie ze zbiornika umieszczonego powyżej silnika. Przy pracy generatora pompę wodną napędzał silnik 3 fazowy.

Smarowanie przy braku napięcia zapewniała pompa ręczna o ciśnieniu większym niż 1 atm. W normalnych warunkach, cyrkulacja oleju odbywała się poprzez pompę trybową i pompy napędzane silnikiem elektrycznym i chłodnicę wodną. Paliwo dostarczane było z pięciu podziemnych zbiorników i przepompowywane ręczną pompą do zbiornika, który był umieszczony podobnie jak zbiornik wodny.

Rozruch silnika był dokonywany sprężonym powietrzem z butli rozruchowej o ciśnieniu większym niż 25 atm. Powietrze do napełnienia butli czerpano sprężarką napędzaną silnikiem 3 fazowym.

### 3. INSTALACJA ELEKTROENERGETYCZNA ELEKTROWNI WŁASNEJ

Schemat instalacji elektrycznej agregatu przedstawia rysunek 1. Generator i wzbudnica przyłączone były do tablicy kontrolnej n.n. składającej się z 2 celek, a tablicę potrzeb własnych agregatorni wykonano w obudowie żeliwnej.



Rys. 1. Schemat instalacji elektroenergetycznej elektrowni własnej mocy 200 kVA-400/231V

Doprowadzenie energii z generatora do budynku technicznego i do tablicy potrzeb własnych pobierano z prawej celki kablem ziemnym.

Kabel ziemny z agregatorki i kable z podstacji średniego napięcia połączono do rozłączników w celce 1 rozdzielnicy n.n. w budynku technicznym. Rozłączniki dawały możliwość wyboru wariantu źródła zasilania i były objęte blokadą mechaniczną poprzez zaryglowane zamki. Kluczyk w rozłączniku czynnym był zablokowany (nie można go było wyjąć w czasie pracy). Możliwe było to dopiero po wyłączeniu rozłącznika i włożeniu kluczyka do rozłącznika, który wybrano do wariantu zasilania. Zapobiegało to przypadkowemu włączeniu np. napięcia z agregatu do sieci przesyłowej energetyki zawodowej.

Z budynku technicznego, kablem doprowadzone było zasilanie dla potrzeb własnych agregatorki, oraz oświetlenia awaryjnego.

Na płycie czołowej żeliwnej tablicy potrzeb własnych znajdował się przełącznik AGREGAT-SIEĆ, służący do wyboru zasilania tej tablicy.

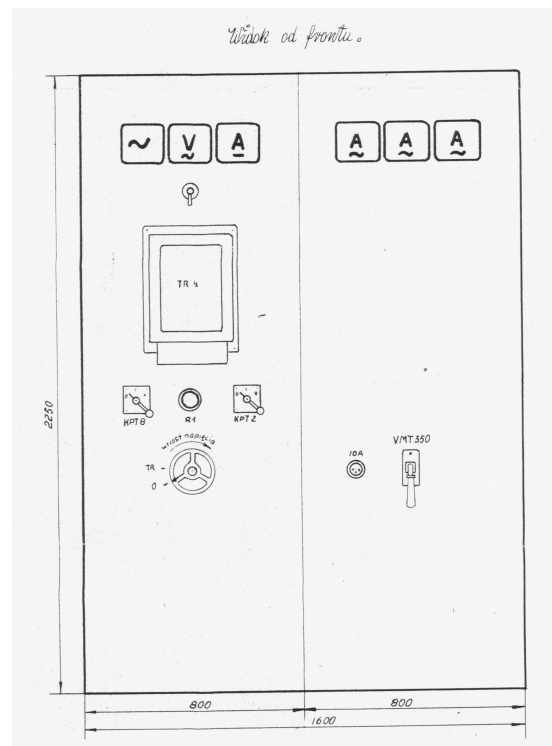
Tablicę kontrolną zespołu spalinowo-elektrycznego przedstawia rysunek 2.

W lewej celce znajdował się częstościomierz wibracyjny, woltmierz napięcia zmiennego, pod nim przełącznik mierzonych napięć oraz amperomierz do kontroli prądu zbudzenia. Niżej znajdował się samoczynny regulator napięcia TR4 (regulator TIRILLA) oraz z nim współpracujące wyłączniki KPT8 i KPT2.

Regulator TIRILLA został opracowany i opatentowany (rys. 3) przez amerykańskiego inżyniera elektryka i wynalazcę Allena Augustusa Tirilla (\*1872 †1925) w 1911 roku [2]. W 1914 roku za to osiągnięcie otrzymał on Scott Engineering Awards [3].

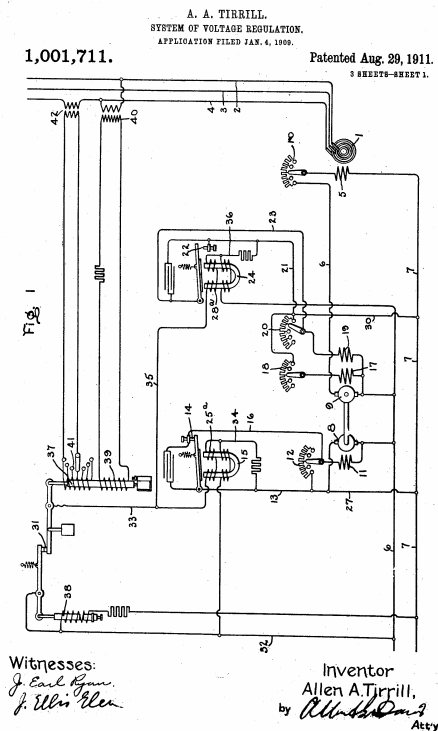
Pomiędzy wyłącznikami znajdowało się pokrętko rezystora R1 a pod nim opornica RD. Natomiast w prawej celce zainstalowano amperomierze do pomiaru prądu obciążenia generatora osobno dla każdej fazy. Niżej znajdowało się gniazdo sieciowe, oraz napęd wyłącznika VMT350. Sam wyłącznik umieszczony był wewnątrz celki i stanowił zabezpieczenie przed zwarcie (przełącznik

elektromagnetyczny ustawiony na 10 krotność prądu znamionowego oraz przełącznik termiczny na prąd znamionowy). Za wyłącznikiem zainstalowano bezpiecznik mocy 300 A w celu zabezpieczenia wyjścia.



Rys. 2. Tablica kontrolna zespołu spalinowo-elektrycznego o mocy 200 kVA

Tablica potrzeb własnych usytuowana była na ścianie i zasilana odbiory zabezpieczone bezpiecznikami topikowymi i wyłącznikami samoczynnymi. Zasilane były silniki elektryczne, które napędzały pompy wodne obiegu chłodzenia wodnego, a także pompy olejowe obiegu smarowania silnika napędowego oraz napędu wentylatora chłodniczego.



Rys. 3. Widok karty z wniosku patentowego US1001711A, A. A. Tirrill., System of Voltage Regulation. I application filed JAN. 4, 1909. 1,001,711 Patented Aug. 29, 1911 [2]

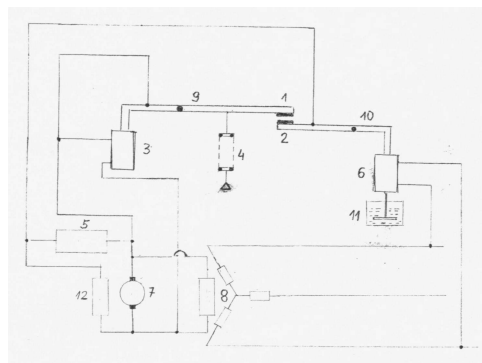
#### 4. PROSTY SAMOCZYNNY WIBRACYJNY REGULATOR NAPIĘCIA - REGULATOR TIRILLA

Utrzymanie stałego napięcia przy zmiennym obciążeniu generatora mogło być wykonane za pomocą regulatorów ręcznych lub samoczynnych poprzez zmianę napięcia uzwojenia wzbudnicy, która sterowała wzbudzeniem generatora prądu zmiennego. Przy ręcznej regulacji zmieniana była rezystancja opornicy, samoczynnie natomiast przez elektromechaniczny regulator wibracyjny – tzw. regulator TIRILLA.

Zasadę działania prostego regulatora TIRILLA obrazuje schemat przedstawiony na rysunku 4. Regulacja napięcia polegała na okresowym zwieraniu i rozwieraniu rezystancji bocznikującej 5 uzwojenie bocznikowe 12 wzbudnicy 7 przez zestyki 1, 2, umocowane na dźwignkach 9, 10. Powodowało to zmianę prądu wzbudzenia. Skutkiem bezwładności elektromagnetycznej wahania napięcia wygładzały się. Gdy zestyki 1, 2 były rozwarte napięcie wzbudnicy 7 było niskie, siła magnetycznego przyciągania cewki pomiarowej 3 była mała w porównaniu z siłą naciągu sprężyny 4 (która usiłowała zbliżyć do siebie zestyki 1, 2). Zestyki 1, 2 zostawały zwarte, powodując zwieranie rezystora 5 – wzbudnica 7 uzyskiwała pełne napięcie. A to skutkowało zwiększeniem się siły magnetycznej cewki pomiarowej 3 powyżej siły naciągu sprężyny 4 i zestyki 1, 2 zostawały rozwarte, następnie cykl się powtarzał. Zestyki 1, 2 były w ciągłym ruchu drgającym, wykonując 300-400 drgań na minutę.

Druga cewka 6 zasilana była napięciem zmiennym z generatora 8 dla zadanej wartości napięcia. Dodatkowo ruch magnesu tej cewki był tłumiony hamulcem olejowym 11. Był nim mały cylinderek wypełniony olejem utrzymujący zadaną wartość napięcia. Jeżeli to napięcie na skutek zmiany obciążenia uległo np. obniżeniu, wówczas zestyk 2 od strony dźwignki 10 przesunął się do góry, zestyki 1, 2 pozostawały dłużej zwarte, ponieważ musiały

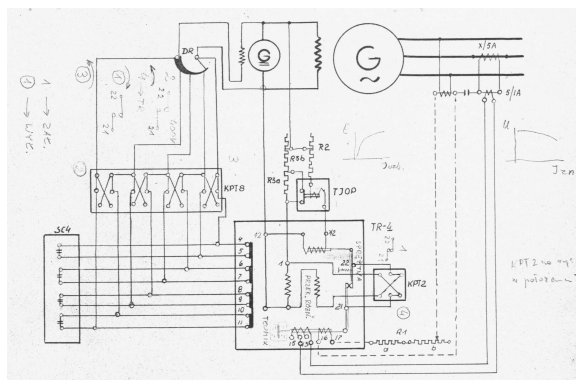
pokonać zwiększony naciąg sprężyny 4, by zestyk 1 mógł się rozłączyć. Powodowało to wzrost napięcia zmiennego generatora do zadanej wartości i cykl się powtarzał.



Rys. 4. Prosty regulator TIRILLA

#### 5. SAMOCZYNNY WIBRACYJNY REGULATOR NAPIĘCIA TR4 – REGULATOR TIRILLA

Schemat regulatora TIRILLA, który był zastosowany w Radiofonicznym Ośrodku Sowlany koło Białegostoku firmy Skoda przedstawia rysunek 5.



Rys. 5. Ideowy schemat połączeń wewnętrznych regulatora TR-4

Regulator składał się z dwóch układów: układu sterującego, na który działało napięcie wzbudnicy, napięcie i prąd generatora, oraz układu pomocniczego (przełącznik różnicowy), który regulował prąd wzbudzenia okresowym zwieraniem rezystora w obwodzie wzbudzenia wzbudnicy.

Układ sterujący zawierał elektromagnes zasilany prądem stałym połączony szeregowo z rezystorem R2 oraz elektromagnes zasilany prądem zmiennym, połączony szeregowo z oporem R1 do napięcia generatora. Rezystor R1 składał się z części stałej i regulowanej (patrz rys. 2 – pokrętko na froncie tablicy kontrolnej, nad kołem napędu rezystora wzbudzenia). Działanie elektromagnesu prądu stałego było równoważone przez 4 sprężyny, a działanie elektromagnesu prądu zmiennego – przeciwwagą. Ruch rdzenia tego elektromagnesu był tłumiony hamulcem olejowym. Elektromagnes prądu zmiennego posiadał oprócz cewki napięciowej cewkę prądową, której liczbę zwojów można było zmieniać dwoma łącznikami dźwignkowymi.

W obwód elektromagnesu prądu stałego włączona była cewka przełączającego TJOP, którego zadaniem było zmniejszenie poboru mocy przez przełącznik różnicowy (układ pomocniczy), przy zbyt wysokim napięciu wzbudnicy. Zadziałanie przełącznika TJOP powodowało rozwarcie rezystora R3a przez połączenie szeregowo rezystorów R3b i R3a.

Główne styki układu sterującego (21, 22) oddziaływały na układ pomocniczy (przełącznik różnicowy). Składał się on z owalnej cewki z dwoma uzwojeniami wzbudzającymi 4 elektromagnes (brak na schemacie), zaopatrzone w masywne styki. Jedno uzwojenie przełącznika różnicowego było połączone do napięcia wzbudnicy w szeregu z rezystorem R3, uzwojenie drugie – poprzez styki układu sterującego.

Kiedy styki główne (21, 22) były rozwarte, prąd przepływał tylko przez jedno uzwojenie cewki przełącznika różnicowego, wówczas elektromagnes zostały namagnesowane, a ich styki zostawały rozwarte. Jeśli zaś styki główne (21, 22) były zwarte, to prąd przepływał przez oba uzwojenia, które magnesowały rdzenie z przeciwną biegunowością, czyli siły magnetyczne znosiły się, a styki sprężyn przełącznika różnicowego zostały zwarte. Styki te zwierały na krótki okres części rezystora DR w obwodzie wzbudzenia wzbudnicy, czyli każda para styków odpowiednią część regulatora wzbudzenia.

Jeżeli zmieniało się obciążenie generatora lub zmieniały się jego obroty, zmieniał się również stosunek czasu zwierania i rozwierania części rezystora wzbudzenia DR, wpływając na zmianę napięcia i prądu wzbudnicy, utrzymując napięcie generatora na wielkości zadanej.

Na schemacie znajdują się urządzenia pomocnicze regulatora:

1. Kondensatory SC4 – służyły do blokowania styków przełącznika różnicowego;
2. Ośmiobiegunowy przełącznik KPT8, służył do zmiany kierunku przepływu prądu między stykami pomocniczymi przełącznika różnicowego dla ich równomiernego zużycia. Przełącznik ten co 6 godzin ciągłej pracy regulatora TR4 należało przełączać;
3. Dwubiegunowy przełącznik KPT2, służył do zmiany kierunku przepływu prądu między stykami (21, 22) układu sterującego, również co 6 godzin ciągłej pracy regulatora TR4 należało go przełączać;
4. Regulowana część rezystora R1, którą można było zmieniać wartość napięcia generatora.

## 6. PRACA GENERATORA W UKŁADZIE AUTOMATYKI

Po uruchomieniu generatora włączany był regulator TIRILLA przełącznikiem KPT2 ustawiając w pozycji 1 lub 2. Wtedy przełącznik KPT8 należało ustawić w pozycji 0. Napięcie generatora ustawiano na wartość znamionową (zadaną) obserwując czy styki główne (21, 22) regulatora zostaną rozwarte. Jeżeli styki nie zostały rozwarte należało rezystorem R1 powoli obracać w prawo. Gdy styki zostały rozwarte załączano przełącznik KPT8 w pozycji 1 lub 2 i powoli kołem napędowym rezystora wzbudzenia DR ustawiano w pozycji TR koła napędowego.

Wartość napięcia, jakie miał utrzymywać regulator TR4 ustawiano za pomocą rezystora R1 połączonego z elektromagnesem prądu zmiennego poprzez zmianę czasu zwarcia i rozwarcia styków głównych i trwało to tak długo, aż napięcie na zaciskach generatora nie osiągnęło wartości zadanej.

Wyłączenie regulatora TR4 rozpoczynało się przez wolne podnoszenie napięcia generatora obrotem w prawo rezystora DR, do czasu aż regulator przestawał pracować, gdy styki główne (21, 22) zostały rozwarte, wtedy przełącznik KPT8 należało ustawić w pozycji 0. Przełącznik KPT2 mógł pozostać w pozycji 1 lub 2. Regulator nie pracował i cała regulacja napięcia odbywała się ręcznie za pomocą rezystora wzbudzenia DR, który należało obrócić w lewo do pozycji 0.

## 7. KONSERWACJA REGULATORA TIRILLA

Najważniejszą czynnością przy konserwacji regulatora TR4 sprowadzała się do zapewnienia czystości styków przełącznika różnicowego oraz regulacji odstępu między nimi. Odstęp ten wynosił 0,7÷0,8 mm. Dokonywało się tego specjalnym pilniczkiem o grubości 0,7 mm. Styki główne zużywały się stosunkowo wolno.

Stałej kontroli wymagało sprawdzanie poziomu oleju w tłumiku hamulcowym. Poziom ten musiał utrzymywać się na wysokości 2÷3 mm poniżej krawędzi cylinderka. Tłumienie nastawiało się śrubą regulacyjną (wyżej - wzmacniało tłumienie, niżej - tłumienie słabło).

Konserwacją całości zespołu spalinowo-elektrycznego zajmowała się załoga obiektu. Szczegółowych badań i wskazówek konserwacyjnych udzielała i nadzorowała poznańska grupa PTŚL – skrót dziś prawie zapomniany – Przedsiębiorstwo Transportowe Służb Łączności.

## 8. PODSUMOWANIE

Zespół spalinowo-elektryczny Radiofonicznego Ośrodka Nadawczego w Sowlanach po 45 latach podzielił los nadajników SRV30, które w 1998 roku zamilkły. Został zełomowany, a teren obiektu sprzedano w przetargu. Obecnie teren ten znajduje się w gestii Ministerstwa Obrony Narodowej, o czym informują tablice ostrzegawcze w kilku językach.

## 9. BIBLIOGRAFIA

1. Potocki W.: Początki radiokomunikacji na Białostocczyźnie, Biuletyn Oddziału Białostockiego SEP nr 35/XII 2010, s. 14-18.
2. US1001711A, A. A. Tirrill. System of Voltage Regulation. I application filed JAN. 4, 1909. Patented Aug. 29, 1911.
3. The Franklin Institute Awards, Laureates, <https://www.fi.edu/laureates/allen-tirrill> data dostępu 27.09.2020.

## DIESEL AND ELECTRIC UNIT SYSTEM OF THE POLISH RADIO STATION FROM THE 50S OF THE 20TH CENTURY

The article presents the diesel and electric unit system of the Polish Radio broadcasting station from the 1950s. Its structure and method of operation were discussed. The station has been equipped with: the Tesla SRV-30 transmitter with a power of 30 kW, the Skoda diesel 4-S-275 set and a 1H5838 / 12 three-phase synchronous generator. The diesel and electric unit system served as a backup power supply.

**Keywords:** history of electrical engineering, history of technology, history of radio.