

DZIEDZINY ZASTOSOWAŃ

W zależności od zasady działania, systemy USH mogą być alternatywnie stosowane w dwóch różnych dziedzinach: do ochrony przed **quenchem** cewek **elektromagnesów nadprzewodzących** we wszystkich obszarach ich stosowalności oraz do zabezpieczania wszystkich systemów i pojazdów **trakcji elektrycznej** zasilanej prądem stałym. W obu dziedzinach warunki eksploatacyjne bardzo się różnią ze względu na różnicowanie wymagań w obszarach zastosowań wyspecyfikowanych niżej. Przy tych samych zasadach działania, USH przeznaczone dla każdej z dziedzin będą się różniły wyposażeniem, sposobem pracy i sterowania, tworząc **dwie rodziny** systemów zabezpieczania obwodów prądu stałego: **DCSS i DCU HM**. Oba zakresy stosowalności, tj. potencjalne rynki zbytu, mają zasięg międzynarodowy.

DZIEDZINA ELEKTROMAGNESÓW NADPRZEWODZĄCYCH.

► Rodzaj systemu USH → → Rodzina DCSS.

- **Przeznaczenie DCSS:** ograniczanie skutków quenchu w cewkach nadprzewodzących.
- **Quench:** przypadkowy lokalny zanik nadprzewodnictwa. Obszar rezystancyjny w cewce szybko rośnie skutkiem konwersji wielkiej energii magnetycznej cewki na ciepło Joule'a. Powoduje to znaczne szkody. Ultraszybkie wyłączanie prądu ogranicza te szkody.
- **Ogólne warunki pracy DCSS:** przewodzenie i wyłączanie prądu stałego o danej wartości. Nie występują zwarcia i przeciążenia. Nie występują przepięcia łączeniowe. Wyzwalacze nadprądowe i ograniczniki przepięć są zbędne. Wymagane jest ultraszybkie wyłączanie prądu (możliwie krótki czas wyłączania).

► Szczegółowa specyfikacja obszarów zastosowań DCSS.

Cewki elektromagnesów nadprzewodzących dla:

- akceleratorów cząstek elementarnych,
- tokamaków i stellaratorów do fuzji jądrowej,
- akceleratorów w przemyśle, medycynie (leczenie raka, techniki obrazowania, NMR, nowe materiały i procesy wytwarzania, konserwacja żywności), nadto w wojsku,
- trakcji (MAGLEV) i łożysk na poduszce magnetycznej,
- generatorów plazmy, magazynów energii, etc.

► Główne parametry RODZINY DCSS dla obu zasad działania.

- **USHW → → DCSS v.1.** $U_{\pm} = 3000 \text{ V}$; $I_{\pm} = 600, 2000, 13000 \text{ [A]}$. Planowane → 22000 A.
- **USHN → → DCSS v.2.** $U_{\pm} = 1500 \text{ V}$; $I_{\pm} = 600 \text{ A}$.

► FINANSOWANIE →

- **Produkcja jednostkowa dla CERN:** DCSS 600, 2000, 13000 [A] (z udziałem SESTO Sp. z o.o. w Łodzi w zakresie DCSS 600; 2000 [A]).

DZIEDZINA TRAKCJI ELEKTRYCZNEJ ZASILANEJ PRĄDEM STAŁYM.

► Rodzaj systemu USH → → Rodzina DCU-HM.

Przeznaczenie DCU-HM: ochrona obwodów głównych elektrycznych pojazdów trakcyjnych zasilanych prądem stałym, eksploatowanych w systemach trakcji kolejowej, miejskiej i przemysłowej, przed skutkami przeciążeń, zwarc i przepięć (zewnętrznych oraz wewnętrznych).

- **Ogólne warunki pracy DCU-HM:** przewodzenie i wyłączanie prądu stałego o każdej wartości możliwej w danym systemie trakcyjnym przy najwyższym napięciu zasilania, a także ograniczanie przepięć. Występują prądy robocze, przeciążeniowe i zwarceniowe. Występują dwustronne przepięcia łączeniowe (zewnętrzne – sieciowe i wewnętrzne – odbiornikowe). Wyzwalacze nadprądowe i ograniczniki przepięć są niezbędne. Wymagane jest ultraszybkie wyłączanie zwarc (możliwie krótki czas wyłączania) oraz możliwość rekuperacji energii.

► **Szczegółowa specyfikacja obszarów zastosowań DCU-HM.**

- System trakcji kolejowej DC1 ($U_{\pm} = 3 \text{ kV}_{\pm}$).
- System trakcji kolejowej DC2 ($U_{\pm} = 1,5 \text{ kV}_{\pm}$).
- Systemy trakcji miejskiej, NN ($U_{\pm} \leq 1 \text{ kV}$) → tramwaje, trolejbusy, autobusy i in.
- Systemy trakcji górniczej, NN ($U_{\pm} \leq 0,6 \text{ kV}$).
- Zastosowania przemysłowe, NN ($U_{\pm} = 0,25 \div 1 \text{ kV}$) i pokrewne.
- Typy DCU-HM dla trakcji kolejowej:
 - wyłączniki podstacyjne **P** (stacjonarne)
 - wyłączniki pojazdowe (mobilne) dla pociągów zespolonych **PZ**, lokomotyw **L** i in.

Możliwe są wersje dachowe, pokładowe lub podpokładowe.

► **Główne parametry rodziny DCU-HM dla obu zasad działania.**

TYLKO USHW: DCU-HM dla systemów trakcji kolejowej DC1 i DC2.

$I_{th} = 0,8; 1,25; 1,6 \text{ kA} \rightarrow$ dla PZ.

$I_{th} = 1; 1,6; 2,5; 3,15 \text{ kA} \rightarrow$ dla P i L.

USHN mogą być stosowane tylko w systemach niskonapięciowych NN.

ZALETY USH NA TLE DOTYCHCZAS UŻYWANYCH WYŁĄCZNIKÓW.

- Wg dostępnych danych, w obu dziedzinach zastosowań USH są dotychczas stosowane łączniki **magnetowydmuchowe**. Mają one relatywnie długi czas własny otwierania rzędu 5 ms oraz czas łukowy rzędu $2 \div 3$ stałych czasowych obwodu. Znane od początku historii elektrotechniki, **wyczerpały możliwości rozwojowe** wynikające z zasady ich działania.
- Na rynkach światowych odpowiedniki strukturalne ultraszybkich systemów USH nie były dotychczas stosowane.
- Wszystkie wersje systemów USH zgłoszono do opatentowania: P 429285, 2019 – DCSS; P 429439, 2019 – DCU-HM.
- Nowa technika ultraszybkich systemów USH jest eksperymentalnie zweryfikowana w obu ww. dziedzinach zastosowań.
- USH są bezkonkurencyjne ze względu na dynamikę (czas własny otwierania $< 500 \mu\text{s}$ oraz czas łukowy $< 2 \text{ ms}$), niezawodność i skuteczność ochrony.
- USH umożliwiają wyeliminowanie dotychczas stosowanych przestarzałych łączników magnetowydmuchowych.
- Szczegółowe informacje naukowo-techniczne o systemach USH:
[Wyłącznik Katedry Aparatów Elektrycznych nagrodzony w konkursie Polski Produkt Przyszłości – Katedra Aparatów Elektrycznych \(lodz.pl\)](#)

OSIĄGNIĘCIA ZESPOŁU KATEDRY APARATÓW ELEKTRYCZNYCH

Podczas kilku konkursów, decyzjami właściwych Komisji zespół twórców USH wielokrotnie uzyskał w poszczególnych postępowaniach nagrody i wyróżnienia.

1. **NAGRODA JM REKTORA PŁ** za najbardziej wartościowe wdrożenie w 2018 r.

2. **NAGRODA JM REKTORA PŁ** za najbardziej wartościowe wdrożenie w 2019 r.

3. **SIEMENS RESEARCH AWARD**, 2019 r. (Nagroda Badawcza Siemens za szczególnie wartościowe wyniki badań naukowych dające się zastosować w praktyce).

4. **ŁÓDZKIE EUREKA 2020. WYRÓŻNIENIE ZA WYBITNE OSIĄGNIĘCIA NAUKOWE.**

► **XIII Międzynarodowe Targi Wynalazków i Innowacji INTARG 2020 ONLINE:**

5. **GRAND PRIX INTARG® 2020,**

6. **PLATYNOWEGO MEDALU INTARG® 2020,**
7. **WYRÓŻNIENIE MINISTRA FUNDUSZY I POLITYKI REGIONALNEJ RP.**
8. **TYTUŁ „LIDERA INNOWACJI® 2020” w kategorii „Produkt”.**

► **119a SALON INTERNATIONAL DES INVENTIONS CONCOURS LEPINE 2020:**

9. **MEDAILLE D'OR 2020.**

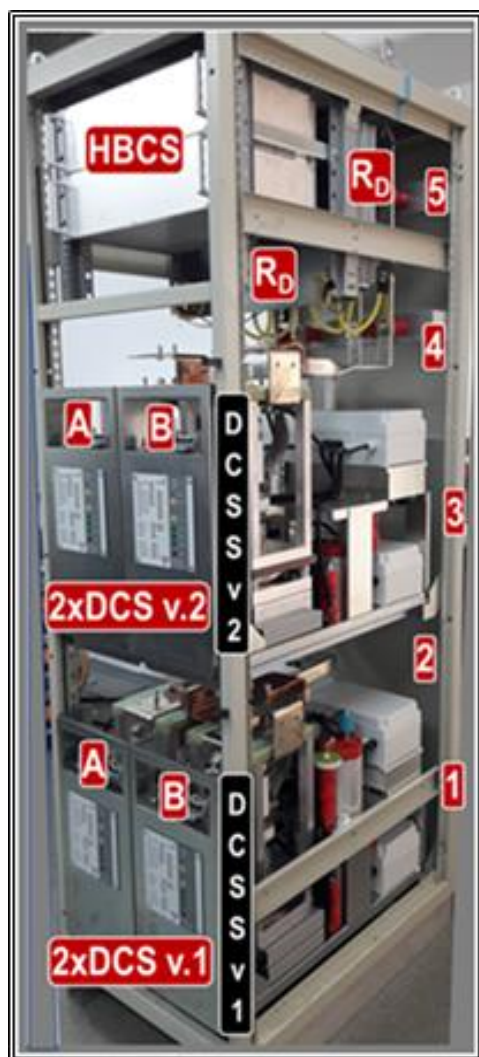
► **INTERNATIONAL SALON N° 11 INNOVATION WEEK ONLINE,** Under the Honorable Patronage of International Federation of Inventors' Associations IFIA, 16 – 21.11.2020.

10. **GRAND PRIZE IWA 2020.**

11. **GOLD MEDAL WITH MENTION.**

► **WYRÓŻNIENIE XXIV Konkursie Polski Produkt Przyszłości,** za produkt przyszłości wspólny instytucji szkolnictwa wyższego i nauki oraz przedsiębiorcy - 05.07.2022.

PRZYKŁADOWE FOTGRAFIE DCSS



DCSS 600 A



DCS 13000A



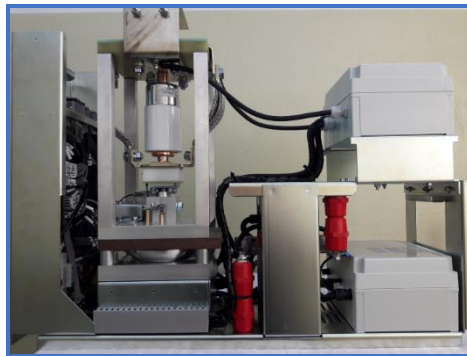
VCS 2000 A



VCS 4500 A



DCS 600 A z przodu



DCS 600 A z lewej

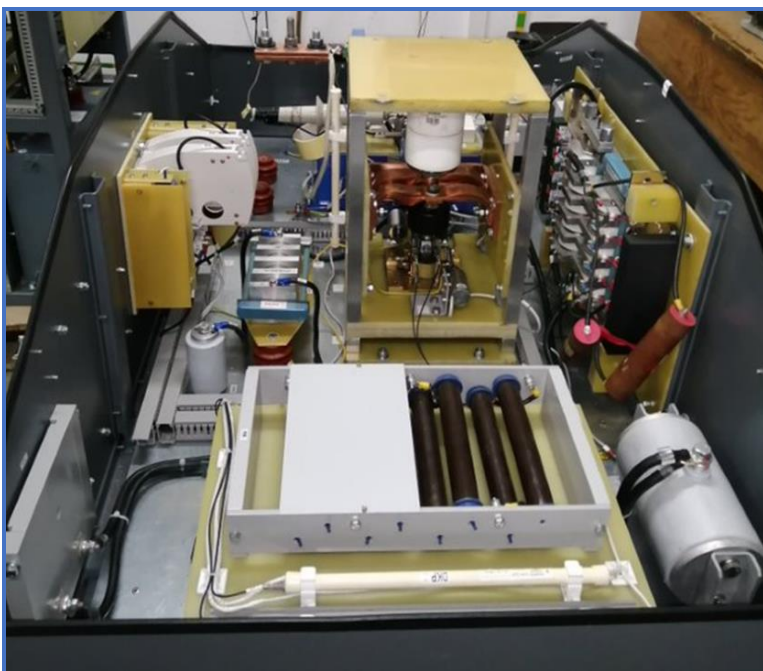
Legenda:

DCS – ultrazwybki próżniowy zespół łączeniowy.

DCSS – redundancyjny system dwóch **DCS**.

VCS – ultrazwybki łącznik próżniowy.

PRZYKŁADOWE FOTOGRAFIE DCU-HM



Wyłącznik DCU-HM 3/1,6 w wersji dachowej - widok panoramiczny z przodu skrzyni.



Wyłącznik DCU-HM 3/1,6 w wersji dachowej - widok panoramiczny z góry.



Wyłącznik DCU-HM 3/1,6 w wersji pokładowej.



Próżniowy zespół wyłączający DCU-HM.

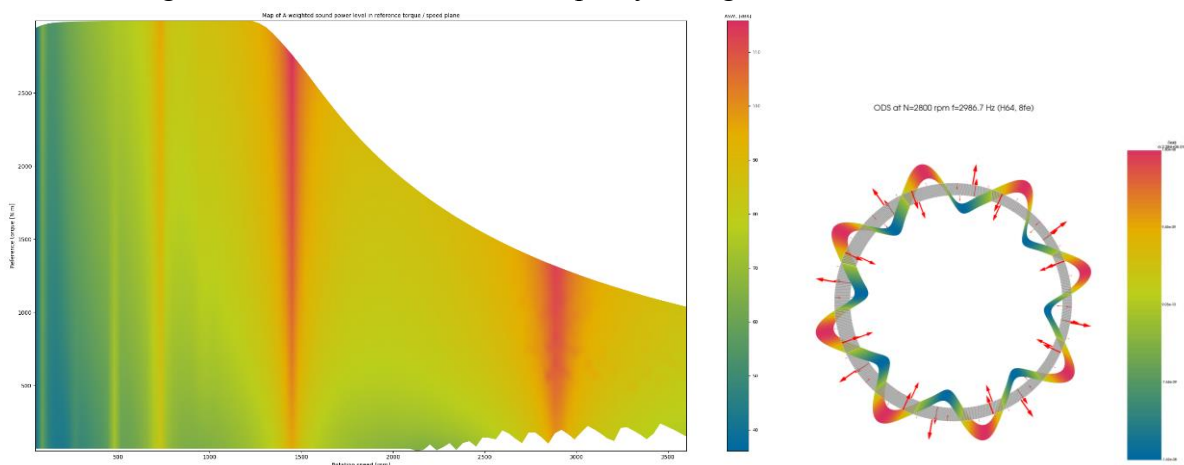
Referat podczas zebrania Sekcji Maszyn Elektrycznych i Transformatorów KE PAN

Hałas w maszynach elektrycznych z magnesami trwałymi

Podczas zebrania Sekcji Maszyn Elektrycznych i Transformatorów KE PAN dn. 14 grudnia 2022 r. **mgr inż. Emil Król** wygłosił referat pt. „*Hałas w maszynach elektrycznych z magnesami trwałymi*”.

Praca dotycząca ograniczenia hałasu silników trakcyjnych i jest realizowana w ramach doktoratu wdrożeniowego realizowanego w Sieci Badawczej Łukasiewicz – Instytutu Napędów i Maszyn Elektrycznych KOMEL oraz Politechniki Śląskiej w Gliwicach.

Tematyka prezentacji dotyczyła zagadnień związanych ze zjawiskiem generowania oraz metod ograniczania drgań i hałasu w silnikach trakcyjnych o mocy znamionowej powyżej 200 kW. Przedstawiono w niej podstawowe informacje o przyczynach, a także źródłach hałasu w synchronicznych silnikach z magnesami trwałymi. Wskazano metody ograniczenia hałasu lub jego całkowitej eliminacji. W kolejnej części prezentacji zaprezentowano wykonaną analizę wibroakustyczną trzech zaprojektowanych i wykonanych silników trakcyjnych. Omówiono podjęte kroki w celu ograniczenia hałasu. Wykazano negatywny wpływ sił promieniowych w szczelinie powietrznej silnika na deformację stojana silnika, jak również na hałas silników generowany w pełnym zakresie prędkości obrotowych i obciążeń na wale. Przeprowadzono analizę wymuszeń odkształceń oraz częstotliwości generowanego hałasu, zidentyfikowano podstawowe tryby przestrzenne odpowiedzialne za generowanie hałasu, omówiono próby ich ograniczenia.



Rys. 1 Wyniki obliczeń wibroakustycznych jednego z prezentowanych silników.

W kolejnym etapie prezentacji porównano wyniki modalnych badań laboratoryjnych dwóch przygotowanych kadłubów chłodzonych cieczą a wykonanych metodą odlewania oraz zwijania aluminiowej blachy grubościenniej. W dalszym etapie prezentacji przedstawiono parametry elektromagnetyczne dwóch nowo zaprojektowanych silników, w projekcie szczególny nacisk położono na przyszłe parametry wibroakustyczne silników oraz uwzględniono wiedzę i doświadczenia zdobyte przy wcześniejszych konstrukcjach silników trakcyjnych. Przedstawiono kolejne etapy wykonania nowych silników oraz ich wstępne badania wibroakustyczne oraz wyniki próby nagrzewania przy S2-60 min dla obciążenia znamionowego. W dalszych etapach realizacji doktoratu wdrożeniowego będzie wykonywana analiza uzyskanych wyników badań oraz zostanie opracowana metoda obliczeniowa pozwalająca oszacować hałas silników trakcyjnych pracujących w szerokim zakresie prędkości obrotowych już na etapie wstępnego projektowania silnika. Wynikiem przeprowadzonych prac będzie system rozwiązań konstrukcyjnych trakcyjnych silników synchronicznych z magnesami trwałymi, szczególnie dużej mocy, które pozwolą na skuteczne ograniczenie hałasu oraz drgań silnika, zapewniając odpowiednie parametry elektrotechniczne silników.