

Prąd na koncercie

Poradnik Akademii ZiKE Rental

AKADEMIA
ZiKE
RENTAL



tekst

Piotr „ZiKE” Zajkiewicz

Nie będę pisać o uporządkowanym ruchu elektronów w przewodniku. To fajna formułka, ale nie przekłada się bezpośrednio na pracę. Szczególnie, że ten porządek jest taki sobie, a rozwijająca się w zawrotnym tempie wiedza z zakresu fizyki kwantowej pozwala wierzyć, że i na te elektrony trzeba będzie spojrzeć inaczej. Chcę w wersji skróconej przybliżyć Wam kwestie zasilania na scenie i pozwolić zrozumieć, co się tam dzieje. Bo dzieje się ciekawie, a do tego, to „dzianie się” wykracza trochę poza klasyczną wiedzę edukowanych elektryków. Nie mamy oczywiście innej fizyki niż cała branża elektryczna, po prostu troszkę inaczej jej używamy. Być może dla wielu z Was opisane poniżej rzeczy będą co najmniej oczywiste, ale może komuś akurat ta wiedza się przyda.

Od czego zacząć?

To pytanie wbrew pozorom nie jest łatwe. Mógłbym zacząć od początku, czyli źródła, albo od końca, czyli odbiorników. Pomyślałem sobie jednak, że fantazyjnie zacznę trochę od środka. Zacznę od uziemienia.

Uziemienie

Uziemienie jest ważne. Albo raczej WAŻNE. Po naszymu 'uziemienie', po zagranicznemu PE, czyli Protective Earth. Słowo 'Protective' jest kluczowe. Koncepcja uziemienia została wymyślona, żeby znaleźć jakiś punkt odniesienia dla potencjału elektrycznego. Dwa różne potencjały (z których jeden może być zerowy) dają napięcie. A to z kolei jest potrzebne, żeby pod wpływem rezystancji lub impedancji popłynęło natężenie prądu, które to pomnożone przez wspomniane napięcie i kosinus fi (o nim później) daje moc, która jest tym, co widzimy lub słyszymy (oczywiście po stratnej konwersji na światło lub dźwięk).

Uziemienie jest też potrzebne do tego, żeby niechciane elektrony miały gdzie popłynąć. Takie z pioruna, ze sweterka ściągane przez głowę, z przebicia w pralce i z uszkodzonego PAR-a lub pieca gitarowego. Kiedy pozwolimy tym elektronom popłynąć właśnie ku ziemi, to nie wrócą one złą powrotną kablą, którym je zasilamy. I jeśli w układzie dystrybucji zasilania zastosujemy urządzenie, które sprawdza, ile elektronów poszło i czy wszystkie wróciły, a w razie wykrycia niezgodności wyłącza prąd, to nagle stajemy się znacząco bezpieczniejsi. Tak działają wyłączniki różnicowo-prądowe i należy im stworzyć odpowiednie warunki pracy, a w szczególności stosować prawidłowe uziemienie.

Uziemienie jest również potrzebne do innych rzeczy. W większości urządzeń zasilanych z sieci, na wejściu zasilania znajduje się filtr przeciwzakłóceńowy. Ten filtr odprowadza niechciane składowe prądu zasilającego do przewodu ochronnego. Ten z kolei wyprowadza ten prąd w las. Kiedy jednak zabraknie tego połączenia, to prąd, który pojawił się na wyjściu ochronnym filtra (połączonym najczęściej z obudową), znajdzie sobie inną drogę ewakuacji. Na przykład poprzez kable (obudowa jacka czy pin 1 w XLR są często połączone z obudową urządzenia) do wejścia miksera, wzmacniacza albo czegoś innego. Filtr przeciwzakłóceńowy bardzo często skonstruowany jest symetrycznie, co oznacza, że na jego obudowie pojawia się połowa napięcia zasilania, o ile ta obudowa nie jest podłączona do przewodu ochronnego.

Proszę więc o przyjęcie następujących zasad: nigdy nie odłączamy przewodu ochronnego, nigdy nie wrywamy bolca z gniazdka, nigdy nie zgadzamy się pracować na zasilaniu, które nie ma przewodu ochronnego. Jeśli mamy przydźwięk z komputera czy innego urządzenia, należy zastosować separację (choćby DI-Box pasywny z Ground Liftem), grać bez zasilacza lub pogodzić się z przydźwiękiem (niektóre urządzenia, w szczególności laptopy, są po prostu tak skonstruowane).

Różnicówka wybija!

Przepisy oczekują od nas, że będziemy mieli nie tylko przewód ochronny, ale również zabezpieczenia różnicowo-prądowe na odciskach 32 A i niższych. Różnicówka taka powinna reagować na prądy upływu równe lub mniejsze niż 30 mA. Często w ramach oszczędności wstawiano jedną

różnicówkę trójfazową na wszystko. Z niewiadomych przyczyn regularnie wyskakiwała, więc montowano przełączniki omijające różnicówkę. Nie mam pewności, czy to wykroczenie, czy przestępstwo, w każdym razie to nielegalne. A zrobienie rozdzielnic z jedną różnicówką jest po prostu niemądre.

Wspomniane filtry w zasilaczach oddają do przewodu ochronnego około 1 mA prądu. Wystarczy teraz pomyśleć, ile takich zasilaczy mamy (każda lampa, każdy wzmacniacz, każdy mikser, każdy rack do konsoli), zsumować prądy oraz uświadomić sobie, że 30 mA różnicówki w większości reagują poniżej 25 mA... Wilgotny PAR na kratownicy może dać kilka lub kilkadziesiąt miliamperów upływu. Jeśli więc wszystko podłączymy poprzez jedną różnicówkę – małe szanse, że zadziała. A jeszcze mniejsze, że uda nam się szybko zdiagnozować, co powoduje problem. Warto więc uzbroić rozdzielnicę w większą liczbę rozłączników różnicowo-prądowych, żeby można było w jakiś rozsądny sposób podzielić prądy. I te normalne i te upływu.

Ekwipotencjalizacja

Trudny wyraz, ale zabieg prosty. Jako że trudno od przywiezionego w okolicę sceny agregatu oczekiwać dobrego uziemienia (normy definiują określone wartości rezystancji uziemienia, dla spełnienia których w niesprzyjających warunkach należałoby wbić pręty na 20 m w ziemię, albo położyć 40 m bednarki...), warto zadbać o bezpieczeństwo poprzez zabranie prądowi szansy znalezienia alternatywnej trasy ucieczki, na przykład przez technika oświetlenia. Połączenie przewodu ochronnego rozdzielnic ze wszystkimi metalowymi elementami konstrukcji scenicznej (dach, wieże, scena) za pomocą zwykłych obejm i żółto-zielonego przewodu nie jest ani kosztowne, ani trudne. A powoduje, że potencjał tych konstrukcji i naszych urządzeń będzie zbliżony, zatem prąd nie popłynie.

Perpetuum mobile

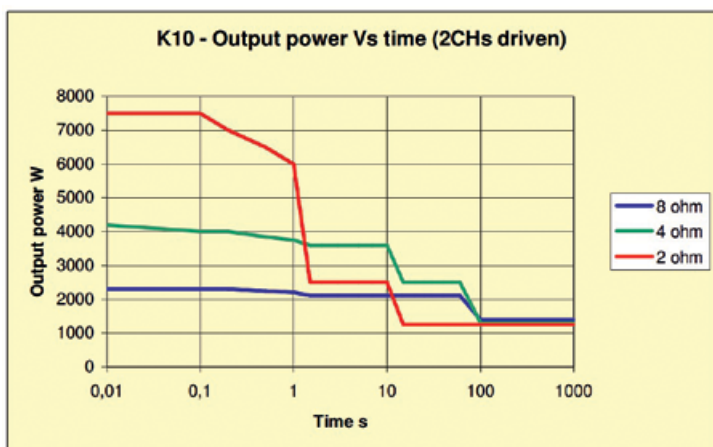
Czasy starych wzmacniaczy pracujących w klasie B i z zasilaczem liniowym minęły. To dobrze. Każdy, kto ma na swoim koncie noszenie racków z MacroTechami, Crownami, Crestami czy choćby ADSami wie, że były to konstrukcje dla prawdziwych twardzieli. Wzmacniacze te mogły mieć całkiem spore moce, dochodzące do 2 x 5 kW (Crest Audio 10001, Macro-Tech 10000) okupione 60 kg żywej wagi. Oczywiście większość wzmacniaczy oscylowała w okolicach 30 kg, tzn. 1-2 kW na kanał.

W ciągu ostatnich lat zmieniła się znacząco technologia wzmacniaczy (bliżej im do zasilacza komputerowego niż klasycznego wzmacniacza), nie zmieniło się jednak nasze myślenie o nich. Wzmacniacz pracujący w klasie B z zasilaczem liniowym (czyli wielki transformator + prostownik + kondensatory) swoją nominalną moc mógł oddawać bardzo długo. W teorii do nieskończoności. Oddając 1 kW pobierał ponad 1,5 kW z sieci. Używane dzisiaj wzmacniacze, będące mniej lub bardziej rozwiniętymi wersjami klasy D z zasilaczami impulsowymi, mogą oddawać dowolne niemal moce pobierając tylko część tej mocy z sieci. Popularny Powersoft X8 może oddać do 40 kW mocy pobierając nie więcej niż 5 kW. Jak to się dzieje? Czyżby Włosi skonstruowali perpetuum mobile? Otóż nie. Zagadka kryje się w czasie. I nie mam na myśli czwartego (albo

jedenastego, jak się ostatnio okazuje) wymiaru, tylko czas uśredniania, podczas którego ta moc jest liczona. Wszystkie nowoczesne wzmacniacze estradowe dużej mocy wykorzystują prostą zasadę – muzyka to nie motopompa, nie trzeba jej zasilać pełną mocą ciągle. Impulsowy charakter muzyki powoduje, że czas, w którym potrzebna jest duża moc, jest stosunkowo krótki – kwestia przeniesienia transjentów. Poza tymi momentami, wyznaczonymi głównie przez rytmicznie grającego perkusistę, wzmacniacz ma 'wolne', tzn. oddawana przez niego moc jest znacząco niższa niż w szczycie. Jednak w tym czasie mocno pracuje zasilacz, który zbiera elektrony w kondensatorach, żeby być gotowym na kolejne uderzenie stopy. Bilans energetyczny pozostaje więc prawidłowy. Wzmacniacz pobiera więcej energii niż oddał. Charakterystykę czasową oddawanej mocy przedstawia wykres.

Jak widać, prezentowany wzmacniacz „z przyjemnością” odda 7,5 kW przy 2 omach, ale tylko przez pierwsze 100 ms. Potem już nie będzie miał tyle przekonania. Jeśli każemy mu grać z pełną mocą, to po jakimś czasie, bez względu na impedancję obciążenia, oddawana moc nie przekroczy 1,5 kW. Nazwijmy to mocą długoterminową wzmacniacza. I tak naprawdę obciążeniem dla źródła zasilania będzie te półtora kilowata razy liczba kanałów. Nie będzie to jednak obciążenie stałe w czasie. Pobór prądu będzie pokrywał się z rytmem muzyki – wyrzucenie mocy powyżej mocy długoterminowej będzie odpowiadało uderzeniom stopy, transjentom basu, transjentom wokalowym. Pozostałe sygnały (przy 'rozsądnych' poziomach) nie wymagają tak dużo mocy. Może trudno w to uwierzyć, ale nawet duże zestawy szerokopasmowe, w trakcie normalnego koncertu, nie przyjmują przez cały czas takich mocy elektrycznych (ani tym bardziej akustycznych), jak często sobie wyobrażamy. Podczas zwykłego, rockowego grania pojedynczy, duży zestaw szerokopasmowy przez większość czasu dostaje moc rzędu kilku-kilkudziesięciu watów...

Pomimo iż nowoczesne wzmacniacze nie pobierają olbrzymiej mocy podczas pracy, to robią to symultanicznie (wszystkie wzmacniacze od danej sekcji pobierają prąd jednocześnie) i synchronicznie z muzyką. Powoduje to duże wahania poboru prądu i źródło, jakim jest agregat, może nie być zachwycony. Ale o agregacie później.



Moc oddawana przez wzmacniacz w funkcji czasu.

Lampki

Nowoczesne lampy też są dużo bardziej wyrozumiałe dla zasilania. Lampy z LED-owym źródłem światła mają znacznie niższe pobory mocy niż analogiczne urządzenia ze źródłem żarowym. Z kolei lampy z żarówkami wyładowczymi mają mniej więcej stały pobór prądu – regulacja jasności realizowana jest elementami mechanicznymi, nie zaś elektrycznie, jak to się dzieje w przypadku światła żarowych. Źródła wyładowcze są niewygodniejsze z punktu widzenia generatora, ale nie wszędzie się nadają. Lampy żarowe oraz LED-owe pobierają prąd mniej więcej zależny od natężenia emitowanego światła. Czym jaśniej, tym więcej trzeba prądu. Choć w trochę inny sposób realizowana jest regulacja jasności światła żarowych i LED-owych, to zależność poboru mocy od jasności pozostaje zbliżona. Czyli znowu pojawia się problem dużych skoków poboru prądu w rytm muzyki. Często rytmicznie zapalane blindery, połączone z rytmicznie uderzanym bębniem centralnym, powodują skoki natężenia prądu o wartości kilkudziesięciu amperów. A to – jak zaraz się dowiemy – dla agregatów nie jest fajne.

Przekroje kabli

Jest dużo znakomitych i znakomitszych teorii dotyczących przekroju kabli zasilających. Pomijam rozwiązania audiofilskie, gdyż cena prostego systemu zasilającego (kilka wzmacniaczy i mikser) mogłaby przekroczyć koszt dużego systemu koncertowego. Teorie są znakomite, ale dużo łatwiej sięgnąć do kart katalogowych dostarczonych przez producentów i stamtąd wybrać interesujące nas informacje.

Tabela pokazuje kilka parametrów (maksymalny prąd przy połączeniu stałym, maksymalny prąd przy połączeniu ruchomym, spadek napięcia oraz parametry mechaniczne) w zależności od konstrukcji. Zupełnie inną obciążalność ma kabel o przekroju 2,5 mm², kiedy występuje w formie jednej żyły czy trzech lub pięciu. Różnica ta wynika choćby z możliwości oddawania temperatury do otoczenia. Generalnie, czym bardziej 'warstwowa' konstrukcja kabla, tym mniejszy prąd może nim płynąć. Pokazany kabel w wariacie 18G1,5 ma tylko 10 amperów obciążalności przy ułożeniu stałym, choć w wersji trzyżyłowej już 26 A. Spora różnica...

Jednak maksymalny prąd nie jest jedynym wyznacznikiem, na podstawie którego dobieramy przekrój kabla. Drugim, również istotnym, jest spadek napięcia. Jeśli wyobrazimy sobie 100 m kabla 3G1,5, którym zasilamy reżyserkę, obliczymy, że pobór mocy wynosi około 10 A, to spadek napięcia na tym kablu wyniesie 27 woltów. Czyli z mniej więcej 230 V zostaje około 200 V. Może się więc wydarzyć, że przy takim napięciu część urządzeń (szczególnie klasy Vintage) nie będzie chciała prawidłowo pracować. Oczywiście zasilacze konsolet i sterowników wykonane w technologii impulsowej raczej sobie poradzą, niemniej jednak nie jest miłą wiedza, że zaczynamy z niespełnieniem większości Riderów na staku... Zastosowanie kabla 3G2,5 powoduje, że przy tej długości i tym poborze prądu spadek napięcia wyniesie tylko 16 V. Może nie doskonale, ale zdecydowanie lepiej.

Obalmy też mit o cewce z nierozwiniętego kabla. Zapewne kabel nawinięty na bębnie posiada jakąś indukcyjność większą niż kabel rozwinięty prosto. Nie jest to jednak powód, dla którego miałby spłonąć ogniem

piekielnym. Powód jest znacznie bardziej prozaiczny – tak nawinięty kabel nie ma szans na chłodzenie. A pracujący kabel ma prawo się grzać. Może być nawet całkiem ciepły, w niczym to nie przeszkadza. Wykorzystanie kabla nawiniętego na bęben nie jest błędem – o ile nie obciążamy go znacząco. Na wielu bębnach są nawet oznaczenia, jakie obciążenie można podłączyć do kabla zwiniętego i rozwiniętego.

Magiczne przejściówki i rozdzielacze

W wielu firmach można zobaczyć sprytnie przejściówki ze 125 A na 63 A albo z 63 A na 32 A. Ich zastosowanie jest zrozumiałe – na miejscu jest gniazdo 125 A, a rozdzielnica ma wejście 63 A, więc jeden krótki kabel załatwia sprawę. Pozornie. Tylko do pierwszego pożaru lub kontroli. Pamiętajcie, że gniazdo w ścianie czy agregacie powinno być zabezpieczone aparatem o amperażu nieprzekraczającym amperażu gniazda – tzn. gniazdo 125 A może być zabezpieczone wyłącznikiem nadprądowym 125 A, ale może być też zabezpieczone bezpiecznikiem 16 A. Nie jest to rozsądne, ale legalne. W drugą jednak stronę, zabezpieczenie gniazda 63 A bezpiecznikiem 12.5 A jest bardzo złym pomysłem. Podobnie 80 A i 100 A. Trzeba mieć świadomość, że rozdzielnice i gniazda zaprojektowane są na określony prąd, który nie powinien być przekraczany. Jeśli konstruujemy rozdzielnicę 63 A, to zakładamy, że użytkownik nie zasili jej z gniazda 125 A, dlatego w środku wszystkie przewody przed zabezpieczeniami zaprojektowane są dla prądu 63 A. Zwróćcie uwagę, że teoretyczna suma prądów wyjściowych rozdzielnicy może być większa niż wejściowego – rozdzielnica 63 A może mieć nawet 100 gniazd 32 A, kolejne 200 gniazd 16 A i pół tysiąca gniazd Schuko. Wolno jej. Nie wolno jej jednak przekroczyć znamionowego prądu, na jaki została zaprojektowana i zadbać o to powinno zabezpieczenie PRZED rozdzielnicą. Jeśli więc jest ono za duże, to rozdzielnica może z godnością spłonąć, a zabezpieczenie przed nią nawet nie nagrzej się za bardzo.



Mimośrodowy bęben powstały przez zbyt ambitne obciążenie zwiniętego kabla.

Prosty przykład – rozdzielnica 63 A, obciążenie 4 gniazda 32 A prądem 25 A. Zabezpieczenia gniazd nie zareagują (bo i dlaczego miałyby to zrobić?), ale przez wtyk wejściowy popłynie prąd 100 A. Jeśli więc przed rozdzielnicą nie będzie zabezpieczenia 63 A, to wtyk wejściowy razem z gniazdem kablowym powolutku się stopią i spłyną, niszcząc zabytkową nawierzchnię rynku na chwilę przed pożarem.

To samo tyczy się fantastycznych rozdzielaczy – wejście 32 A i 6 lub więcej gniazd Schuko (nominalnie 16-ampereowych). Dorobiona teoria jest taka, że te 32 A rozkładają się na wszystkie gniazda, czyli 16, albo i 10 amperów. Błąd. Prąd rozkłada się tak, jak zostanie „poproszony” przez podłączone obciążenie. Czyli jeśli do jednego gniazda Schuko podłączymy 5 kW lampę, to wtyk 32 A się „nie zmartwi”, kabel 32 A również nie, a zabezpieczenie 32 A nawet „nie pomyśli” o problemie. Za to 16 A gniazdo Schuko stanie się mięciutkie jak kaczuszka. Powiecie, że żadna 5 kW lampa nie ma wtyku Schuko. Ok, ale 2 kW lampy i czajniki mają wtyk Schuko, który można podłączyć do listwy z wtykiem Schuko i 3 takie urządzenia nie zrobią wrażenia na bezpieczniku 32 A, natomiast rozdzielacz Schuko zostanie podłączony do rozdzielacza 32 A na zawsze. Czasem z towarzyszeniem pirotechniki.

Nie wolno stosować urządzeń rozdzielczych o prądzie nominalnym mniejszym niż możliwy w danym układzie!

Woltoampery i waty

Pewnie zwróciście uwagę na fakt, że agregaty nie chwala się mocą wyrażoną w watach tylko woltamperech, a raczej w kilowoltamperech. Dlaczego nie mogą w watach? To proste. Znany z podstawówki wzór na moc prądu elektrycznego zawiera iloczyn napięcia, prądu i magicznego kosinusa fi. Kosinus fi może przyjąć teoretycznie wartości od -1 do 1 (i tylko w dowcipach o wojsku przyjmuje wyższe warto-

liczba żył x przekrój mm ²	Połączenia ruchome Iidd [A]	Ułożenie na stałe Iidd [A]	ΔU (cos φ=0,8) V/A.km	Max. średnica [mm]	Waga [kg/km]
1 x 1.5	19.5	24	23.3	7.1	50
1 x 2.5	27	33	14.0	7.9	66
1 x 4	36	45	8.7	9.0	94
1 x 6	48	58	5.9	9.8	109
1 x 10	63	80	3.4	11.9	182
1 x 16	85	107	2.2	13.4	256
1 x 25	110	135	1.4	15.8	369
1 x 35	137	169	1.04	17.9	482
1 x 50	167	207	0.75	20.6	662
1 x 70	216	268	0.56	23.3	895
1 x 95	264	328	0.44	26.0	1160
1 x 120	308	383	0.36	28.6	1430
1 x 150	356	444	0.31	31.4	1740
1 x 185	409	510	0.28	34.4	2160
1 x 240	485	607	0.23	38.3	2730
1 x 300	561	703	0.20	41.9	3480
1 x 400	656	823	0.18	46.8	4510
2 x 1.5	22	26	27.0	11.0	111
2 x 2.5	30	36	16.2	12.1	161
2 x 4	40	49	10.1	15.1	238
2 x 6	51	63	6.7	16.8	279
2 x 10	70	86	3.8	22.6	538
2 x 16	94	115	2.5	25.7	744
2 x 25	119	149	1.68	30.7	1074
3 G 1.5	22	26	27.0	11.9	134
3 G 2.5	30	36	16.2	14.0	195
3 G 4	40	49	10.1	16.2	290
3 G 6	51	63	7.0	18.0	346
3 G 10	70	86	4.0	24.2	563
3 G 16	94	115	2.5	27.6	924
3 G 25	119	149	1.7	33.0	1345
3 G 35	147	185	1.21	37.1	1760
3 G 50	179	225	0.87	42.9	2390
3 G 70	229	289	0.64	48.3	3110
3 G 95	278	352	0.50	54.0	4170

Fragment karty katalogowej popularnej serii kabli zasilających.



Pięknie ulepszone gniazda Schuko, którym dane było przeprowadzić więcej prądu niż chciały.

ści), a w naszej branży od 0,5 do prawie 1. Kiedy obciążeniem będzie kawałek prostego drutu, wtedy kosinus fi wyniesie 1. Jeśli jednak w układzie pojawi się jakaś indukcyjność (transformator, filtr zasilania) lub pojemność (kondensatory, straszne długości kabla) to zacznie on spadać. Mówimy więc o różnych rodzajach mocy elektrycznej – pozornej (wyrażonej właśnie w VA) i czynnej, wyrażonej w watach. Różnica między nimi to moc bierna, wyrażamy ją w warach (l Var) i się nią nie przejmujemy na tym etapie. Moc czynna to moc pozorna pomnożona przez kosinus fi. Często do obliczeń przyjmuje się kosinus fi równy 0,8, ale to nie jest optymalne rozwiązanie. Kosinus fi zależy od samego fi, a fi zależy od tego, co podłączymy. Jeśli zastosujemy zwykle światła żarowe, to będzie bliski 1. Jeśli wysokiej klasy wzmacniacze z PFC (Power Factor Correction – korekcja współczynnika mocy) to również blisko 1. Ale jeśli podłączymy wielki, półtonowy transformator na 110 V (bo akurat przyjechał zespół z dalekiej zagranicy) to fi spadnie drastycznie. Wartość ta będzie się również zmieniała w czasie rzeczywistym w związku ze zmianą poboru prądu przez urządzenia o różnym charakterze obciążenia (indukcyjnym bądź pojemnościowym). Dlatego nie warto martwić się nim na zapas. Kiedy staniecie się posiadaczami superturbo rozdzielnic z analizatorem pokazującym wartość kosinusa fi, wtedy będzie można pooglądać, jak on się zmienia. Nie będziemy się nim jednak przejmowali (choć cały akapit sugerował, że niby on taki ważny).

Agregat prądowórczy

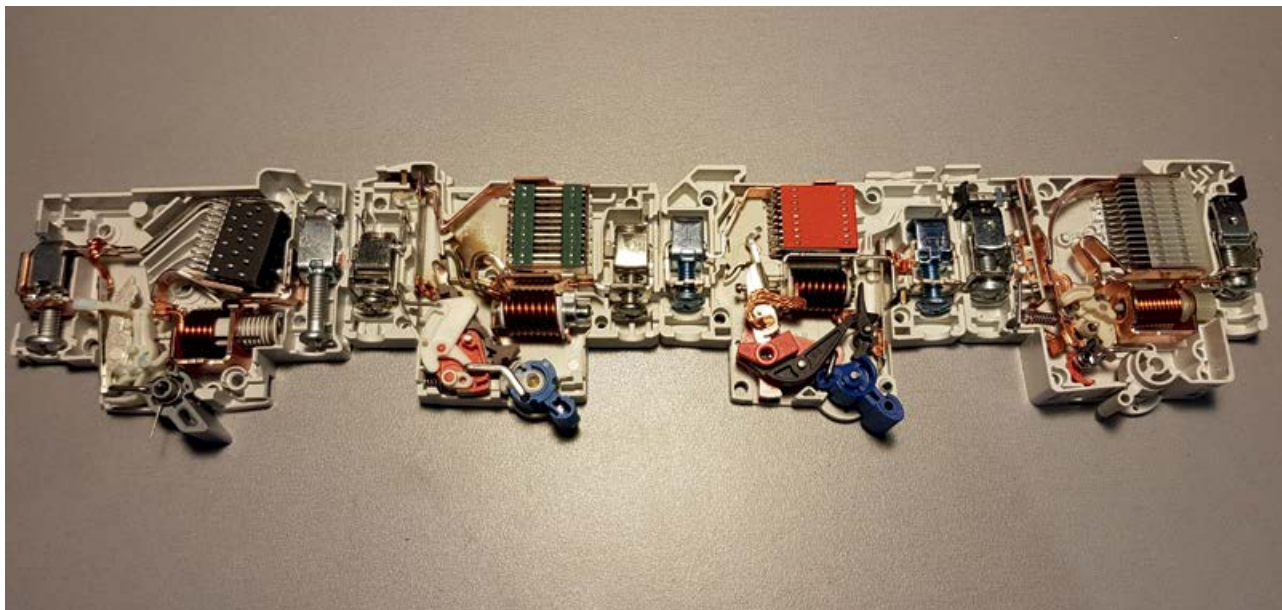
Często zasilaniem sceny zajmuje się agregat prądowórczy. Taka sprytna maszyna, w której z jednej strony wlewa się paliwo kopalne, a z drugiej odbiera prąd, CO₂, hałas i trochę innych zanieczyszczeń. Taka przejściówka z ropy na wolty. Głównym parametrem charakteryzującym to urządzenie (z naszego punktu widzenia) jest jego moc. A jego moc podana na obudowie lub w karcie to moc pozorna.

Czyli 'ta nasza' (czynna) razem z tą 'do lasu' (bierną). Jak więc poradzicie sobie z doborem agregatu na nasze potrzeby?

Łatwo nie jest. Jeśli zsumowaliśmy moc naszych urządzeń (tę wyrażoną w watach, wypisaną na obudowach koło gniazd zasilających), dodaliśmy dwa kilowaty na czajnik i ładowarkę i wyszło nam na przykład 100 kW to zamówienie agregatu 100 kVA może się skończyć źle. Jedną z teorii zakłada doliczenie kosinusa fi, czyli dobranie takiej mocy pozornej, żeby po zabraniu tegoż kosinusa zostało nam tyle mocy czynnej, ile chcemy. Możemy przyjąć kosinus fi jako 0,8, a wtedy dla 100 kW potrzebujemy agregatu 125 kVA. Pewnie w większości sytuacji taki agregat by wystarczył. Koncerty mają jednak to do siebie, że chcielibyśmy, żeby wszystkie się odbyły. Nie tylko większość. Musimy więc postawić na pewność.

Z energetycznego punktu widzenia, koncert bardzo różni się od zasilania motopompy, hipermarketu, oświetlenia placu czy nawet zasilania elektronarzędzi ratujących życie. W tych przypadkach pobór prądu jest stały. A kiedy się zmienia, to zmienia się na jakiś czas. Jeśli załącza się kolejny obwód grzewczy, kolejny silnik dużej mocy czy kolejną żarówkę, to najczęściej przez pewien (całkiem długi z punktu widzenia 50 Hz prądu) czas działa względnie stale. Tymczasem my, zasilając wzmacniacze i lampy, zmieniamy pobór prądu w tempie dla agregatu zawrotnym. Aż ciśnienie się na usta wulgarnie określienie tego, jak „denerwujemy” agregat...

Jak widzi nasze zabawy z prądem agregat? Mniej więcej tak: ni z tego ni z owego pojawia się duży pobór prądu. Zupełnie jak przy włączeniu motopompy. Siła przeciw elektromotoryczna wynikająca z płynącego przez uzwojenie generatora prądu próbuje zatrzymać wirnik. Ten z kolei, połączony sztywno z silnikiem, przekazuje taki opór silnikowi, który reaguje na to szybko (musi reagować szybko, stara się utrzymać stałą prędkość obrotową w celu utrzymania stałej częstotliwości prądu) zwiększając dawkowanie paliwa do cylindrów (nie wnikając w szczegóły konstrukcyjne samego silnika). W przypadku motopompy byłoby w porządku, ob-



Wnętrze wyłączników nadprądowych. W drugim od lewej aparacie ślady łuku elektrycznego powstałego podczas rozłączania zasilania wyraźnie wskazują, że był on używany intensywnie.

ciążenie utrzymuje się przez jakiś czas. Tymczasem w naszym przypadku, gwałtowny wzrost poboru prądu, który był wynikiem uderzenia stopy lub zapalenia wszystkich blinderów, bardzo szybko zniknął, stopa wybrzmiała, blindery zgasyły, a agregat został jak ten głupi na weselu ze zwiększoną dawką paliwa. Zatem następuje kolejna próba ratowania się polegająca na odcięciu paliwa, żeby wirnik zwolnił, a wtedy, kiedy silnik „myśli”, że już będzie spoko, jak tylko wyrówna obroty, to kolejne obciążenie. I biedny agregat głupiej, bo co może zrobić przy tak niezdecydowanym odbiorcy prądu, jak nasza aparatura na scenie?

Kiedy pojawiają się takie wahania nastrojów odbiorcy, a co za tym idzie samego agregatu (ależ musi on być na nas zły...), jakiś układ zabezpieczeń może dojść do wniosku, że nie podobają mu się poszczególne wartości. A kiedy dojdzie do takiego wniosku, robi to do czego został zaprojektowany – wyłącza cały zespół prądotwórczy. Może się też okazać, że takim szarpaniem ‘gazem’ doprowadzimy silnik do ‘uduszenia’ jak małą kosiarke na wysokiej trawie.

Oczywiście to przykładowy scenariusz. Jeśli wyobrazimy sobie dobrze oświetloną scenę, gdzie duża część światła świeci bez przerwy, a tylko dźwięk się zmienia, to po krótkiej analizie dojdziemy do wniosku, że stosunek obciążenia zmiennego (nagłośnienie) do statycznego (zapalone wciąż lampy) jest bardzo mały. W takiej sytuacji agregat pracuje z pewną mocą i fluktuacje nie są duże. Kiedy natomiast przed naszymi oczami ukaże się zespół, który krzyczy rytmicznie ‘HEJ!’ z jednoczesnym uderzeniem stopy, basu, gitar i zapalonymi wszystkimi lampami, wtedy skoki poboru prądu są olbrzymie. Jak możemy się domyślić, z dużymi różnicami obciążenia łatwiej będzie sobie poradzić agregatowi dużemu, którego elementy wirujące (zapewniające odpowiednią bezwładność) są ciężkie, niż małemu.

Dobierając więc moc agregatu trzeba się kierować fizyką, rozsądkiem i bezpieczeństwem imprezy. Spodziewając się koncertu jazzowego

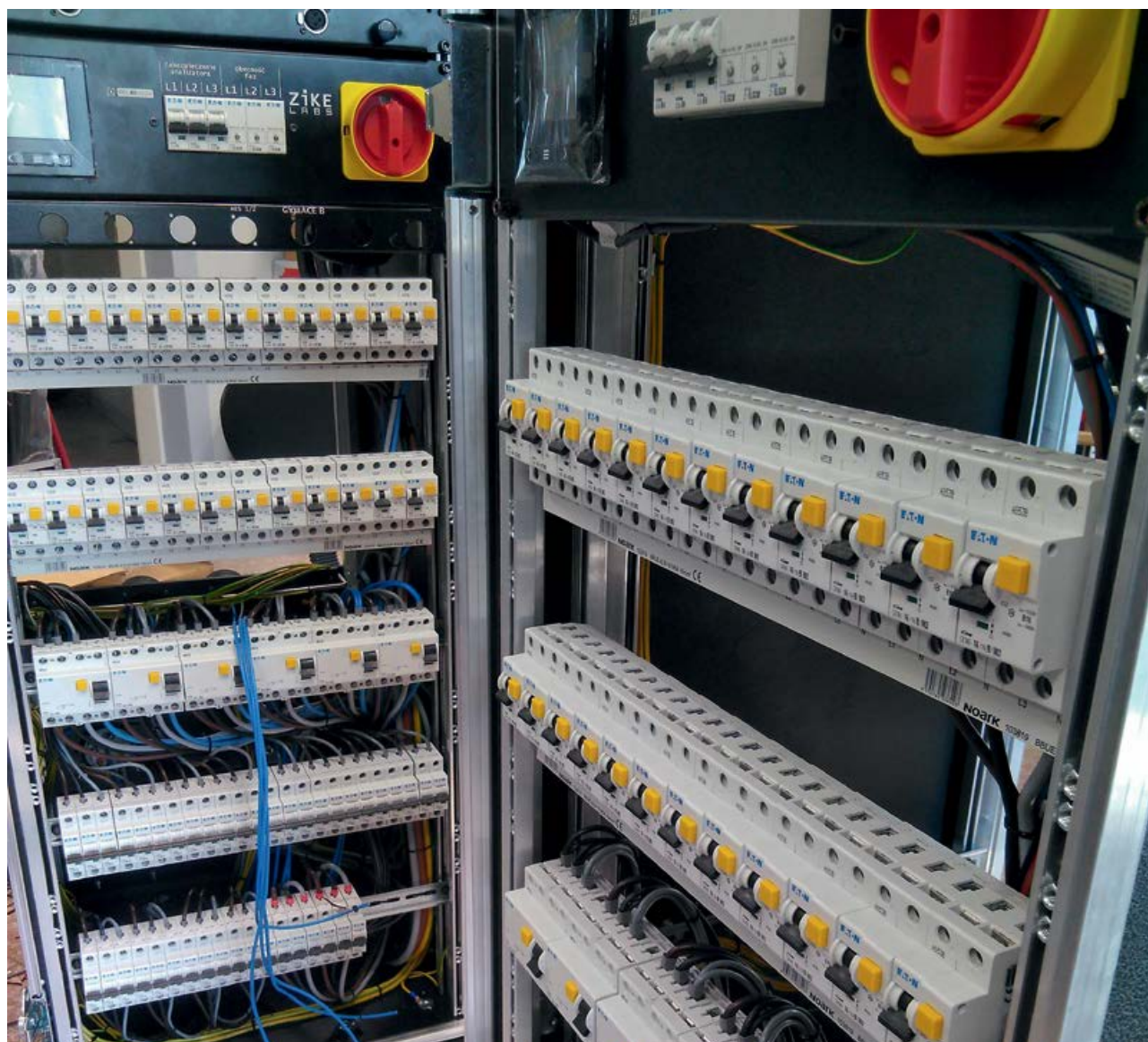
ze smęcącym pianistą i statycznym oświetleniem możemy spokojnie przewidzieć agregat, który będzie miał 25-30% kVA więcej niż potrzebujemy kW. Zamawiając agregat na koncert rockowy z mnóstwem migających świateł, niech kVA będzie 2 razy tyle, co kW, które wliczyliśmy.

Rozdzielnice

Rozdzielnice montowane na placach budowy podlegają pod normę PN-EN61439-4. A że i nasza branża jest permanentnym placem budowy, to i my pod nią podlegamy. Dokonując zakupu takowej warto więc sprawdzić, czy spełnia ona wymogi i normy i czy posiada jakąkolwiek dokumentację na wypadek, gdyby ktoś chciał z jakichś przyczyn ją sprawdzić.

Rozdzielnice nie są skomplikowanym wytworem. Ot, kilka gniazdek, kabli i bezpieczników. Można „wyspawać” u szwagra w garażu. Doświadczenie jednak mówi, że skonstruowanie dobrej rozdzielnicy, adekwatnej do potrzeb branżowych, zgodnej z normą, przyjaznej użytkownikowi i estetycznej nie jest takie łatwe. Jeszcze trudniejsze jest, jeśli zaczniemy kalkulować. Zapewne widzieliście sporo rozdzielnic klasy RBT (typowa ‘erbetka’, czyli rozdzielnica budowlana tymczasowa), świetnie nadających się do zasilania betoniarki albo cyrkularki, nie mam jednak pewności, czy tak samo świetnie nadawałyby się do zasilania sceny. Estetyka to jedno. Sposób montażu to drugie. Ale kwestia gniazd i zabezpieczeń to już poważna sprawa.

W wielu rozdzielnicach pojawia się jeden wyłącznik różnicowo-prądowy na samym początku albo przed sekcją 32 A i 16 A. To słuszne, taki powinien być. Kiedy jednak przypomnimy sobie wiedzę o prądzie upływu, o filtrach w zasilaczach, mokrych PAR-ach i piwie w rozdzielaczu na scenie (tak, tak, z niewiadomych przyczyn ktoś wpuszcza muzyków na scenę) to dojdziemy do wniosku, że to bardzo ryzykowne na jednej różnicówce „opędzić” całą imprezę. Ja bym się nie odważył. Stąd pomysł



- Duża liczba wyłączników różnicowo-prądowych oraz zespolonych różnicowo-prądowych z członem nadprądowym zmniejsza ryzyko wyłączenia zasilania całej imprezy z powodu lokalnego zawilgotnienia lub zbyt dużego prądu upływu w filtrach.

zastosowania większej liczby różnicówek. Projektując rozdzielnicę starajmy się zabezpieczyć pracę wszystkich urządzeń, zakładając również prądy upływu filtrów i stosujemy taką liczbę różnicówek (lub zespolonych aparatów różnicowo-prądowych z członem nadprądowym – RCBO), żeby jednym wilgotnym PAR-em albo 20 modułami ściany LED-owej nie wyłączyć całej imprezy.

Istotną rzeczą jest również czytelność rozdzielnic. Użytkownik musi w sposób jednoznaczny wiedzieć, które gniazdo podlega pod który bezpiecznik i z której fazy jest ono zasilone.

Ważna rzecz – bezpieczniki (zwane potocznie ESAMI) nie są rozłącznikami, tzn. nie należy ich używać jako aparatów do wyłączania zasilania na całej scenie. Od tego są indywidualne wyłączniki w urządzeniach, ewentualnie rozłącznik główny. To samo tyczy się różnicówek – wyłączanie nimi, choć proste (wystarczy wcisnąć przycisk TEST), powoduje szybsze zużycie aparatu i niewłaściwe jego funkcjonowanie. Bo musicie

wiedzieć, że załączenie prądu, nawet dużego, to pikus przy próbie jego wyłączenia, kiedy on jeszcze płynie...

Ciekawostka

Pewnie nie wszyscy wiedzą, dlaczego o kablach czasem mówimy 3x6 a czasem 3G6. Otóż literka 'G' zamiast 'X' oznacza, że w kablu znajduje się żyła ochronna, czyli ta zielono-żółta (albo żółto-zielona, zależy jak patrzeć).

Podsumowanie

Mam nadzieję, że udało mi się choć trochę przybliżyć Wam kwestię zasilania na scenie. To temat długi, prawdopodobnie nie wyczerpałem nawet 10% tego, co powinniśmy wiedzieć. Ale od czegoś trzeba zacząć. A najlepiej zacząć korzystać z prawdziwych rozdzielnic np. takich, jakie produkuje ZIKE Labs.