ZSS Poznań

Documents of Intellectual Outputs	
Name and address of the Company	Zespół Szkół Samochodowych im. inż. Tadeusza Tańskiego ul. Zamenhofa 142 61-139 Poznań Poland
Telephone / Fax	+48 61 8 791 21 +48 61 8 77 09 08
E-Mail of institution	zss@samochodowka.edu.pl
E-Mail of coordinator	auryn11@wp.pl
Internet WEB	http://www.samochodowka.edu.pl

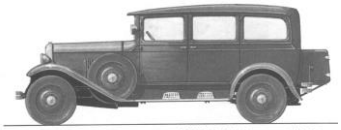
F.2. Project Activities

F.2.1. Intellectual Outputs

Output Identification	**03**
Output Title	Drei Pflichtenhefte für die Lernmodelle zur Elektromobilität: Leistungsverzeigung in Hybridantrieben (Berlin), Umstellung von konventionellem auf Elektroantrieb (Posen), Schaltungen im Hybrid (als E-Karts) und technische Leistungsunterschiede (Vice
Output Type	Learning/teaching/training material
Output Description	Die drei Pflichtenhefte sind ein weiterer Teil des innovativen Lernenvironments. Sie stellen dar, wie und womit die Anforderungen aus den Lastenheften umgesetzt werden (unter Berücksichtigung, was technisch machbar und für die Zielgruppe Ausbildende geeignet ist). Dabei können gewöhnlich jeder Anforderung des Lastenhefts eine oder mehrere Leistungen des Pflichtenheftes zugeordnet werden. Die Pflichtenhefte umfassen technischen Spezifikationen für Bau, Betrieb und Wartung der zu fertigenden Modelle (s. auch DIN 69901-5 und VDI-Richtlinie 2519 Blatt 1). Die Pflichtenhefte für die drei Modelle enthalten detaillierte Bauanleitungen mit Konstruktionszeichnungen, Bildern und begleitenden Texten, sowie Hinweise für Betrieb und Wartung der Anlage. Dabei wird auf alle im Lastenheft benannten funktionalen und nichtfunktionalen Anforderungen geantwortet. Der Umfang eines Pflichtenhefts beträgt ca. ca 40-70 Seiten. Wir nutzen zur

Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.



ZSS Poznań

	Unterstützung Vorlagen und Beispiele aus dem Hochschul- und Forschungsbereich, die sich dort bewährt haben, für die Erstellung der Pflichtenhefte.

Spis treści:

1. Koncepcja napędu elektrycznoeg samochodu Toyota Starlet Zespołu Szkół Samochodowych im inż. Tadeusza Tańskiego ..... str. 2
2. Analiza doboru silnika elektrycznego do napędu Toyoty Starlet ..... str. 10
3. Obliczenia teoretyczne zasięgu samochodu elektrycznego..... str. 13
4. Specyfikacja techniczna ..... str. 21
    - 4.1. Silnik elektryczny ..... str. 21
    - 4.2. Akumulatory ..... str. 22
    - 4.3. Inne komponenty ..... str. 24
5. Przewidywane wykorzystanie samochodu elektrycznego w Zespole Szkół Samochodowych do celów dydaktycznych ..... str. 25
6. Propozycje opracowań dla Politechniki Poznańskiej ..... str. 26

Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

CWS T-1 kareta (1927)

ZSS Poznań

1. Koncepcja napędu elektrycznoeg samochodu Toyota Starlet Zespołu Szkół Samochodowych im inż. Tadeusza Tańskiego.

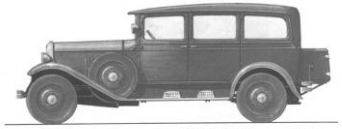
ZSS zakupiło używany samochód Toyota Starlet, w celu zmiany napędu z silnika spalinowego na silnik elektryczny. Za wyborem tego modelu przemawiała przede wszystkim bardzo niska waga samochodu (760 kg) co przekłada się na lepsze osiągi po przeróbce. Poza tym samochód był tani (2500 zł) i w bardzo dobrym stanie mechanicznym i blacharskim. W warsztatach szkolnych ZSS zostały przeprowadzone wszelkie prace mechaniczne związane z przystosowaniem pojazdu do napędu elektrycznego. Należało zatem usunąć silnik spalinowy z całym osprzętem tj. chłodnicą, tłumikami, filtrem powietrza, alternatorem, sterownikiem silnika oraz układem paliwowym łącznie ze zbiornikiem paliwa. Następnie zostały wspawane w miejscu zbiornika paliwa (pod tylną kanapą) oraz w bagażniku pojemniki na akumulatory elektryczne.

Do napędu pojazdów samochodowych można wykorzystać silniki prądu stałego oraz silniki prądu przemiennego. Dokonując analizy możliwości zastosowania napędu elektrycznego do zakupionej Toyoty Starlet, brano pod uwagę różne warianty silników elektrycznych oraz możliwości techniczne wykonania adaptacji napędu w warunkach warsztatów szkolnych Zespołu Szkół Samochodowych. Nie bez znaczenia były również możliwości finansowe związane z zakupem silnika oraz odpowiednich akumulatorów. Poniżej przedstawiono analizę doboru silnika do zastosowania w zakupionej przez Zespół Szkół Samochodowych w Poznaniu Toyocie Starlet.

Analizując kocepcję adaptacji standardowego samochodu Toyota Starlet do napędu stworzono listę wymagań jakie muszą być spełnione przy napędzie elektrycznym.

Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.



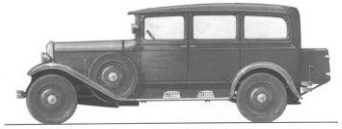
ZSS Poznań

Lista wymagań dla produktu końcowego

L.p	Rodzaj wymogów	Opis	Poziom istotności K- konieczne, Z - zalecane, W - wskazane	Zakres wartości		Oczekiwana	UWAGI
				min	max		
1	Ogólne						
1.1		Modyfikacji powinien zostać poddany pojazd samochodowy marki Toyota Starlet w ramach środków wnioskowanych w projekcie.	Z				
1.2		Cele nauczania realizowane przy pomocy modyfikowanego pojazdu to: zrozumienie zasad budowy, działania, naprawy i diagnozowania układu napędowego pojazdu z napędem elektrycznym oraz badanie charakterystyk tego napędu w różnych warunkach eksploatacji.					
1.3		Budowany pojazd powinien posiadać dopuszczenie do ruchu po drogach publicznych.	Z				
1.4		Posiadać wyposażenie do poruszania się po drogach publicznych zgodnie z Prawem o Ruchu Drogowym	Z				
1.5		Zastosowane komponenty powinny być tanie i ogólnodostępne	Z				
1.6		Posiadać minimum 4 miejsca siedzące	Z				
1.7		Zmiana rodzaju napędu na elektryczny powinna w jak najmniejszym stopniu wpływać na budowę i działanie pojazdu bazowego	K				

Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.



1.8		Układ napędowy powinien zapewniać możliwość poruszania się z wykorzystaniem tylko silnika elektrycznego	K				
1.9		Pojazd powinien umożliwiać poruszanie się z prędkościami takimi jak pojazd bazowy	Z				
1.10		Powinien posiadać zestaw liczników i wskaźników niezbędnych do jego prowadzenia	K				
1.11		Układ napędowy powinien umożliwiać odzyskiwanie energii podczas hamowania	K				
1.12		Zasięg pojazdu powinien być dostosowany do prowadzonych badań	Z	50 km			
2	Obsługa						
2.1		Osoba kierująca pojazdem powinna posiadać prawo jazdy min kat. B	K				
2.2		Obsługa pedału przyspieszenia powinna odbywać się tak jak w pojeździe bazowym	K				
2.3		Układ ładowania akumulatorów powinien umożliwiać ich naładowanie z wykorzystaniem krajowego standardu zasilania 230V, 16A	K			230V/16A	
3	Budowa i działanie						
3.1		Oświetlenie pojazdu powinno być energooszczędne	Z				
3.2		Pojazd powinien posiadać wspomaganie układu kierowniczego	Z				
3.3		Pojazd powinien posiadać wspomaganie układu hamulcowego	K				
3.4		Zabezpieczenie przeciw-kradzieżowe	Z				
3.5		Akumulatory powinny charakteryzować się długą żywotnością	K	10 lat			

Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

3.6		Akumulatory powinny charakteryzować się krótkim czasem ładowania	K				
3.7		Akumulatory powinny charakteryzować się wysoką wydajnością energetyczną	K				
3.8		Akumulatory powinny być wykonane w technologii LiFePo4	K				
3.9		Koszt zakupu akumulatorów nie powinien przekroczyć 15 000 pln	Z				
3.10		Akumulatory powinny zostać tak zabudowane aby był do nich łatwy dostęp	K				
3.11		Waga zastosowanych akumulatorów nie powinna przekraczać obciążenia przewidzianego przez producenta pojazdu bazowego	K				
3.12		Powinien być wyposażony w system zarządzania akumulatorami	K				
3.13		Czas ładowania akumulatorów powinien mieścić się poniżej 8 godzin	Z				
3.14		Do napędu powinien zostać wykorzystany silnik elektryczny o prostej budowie	Z				
3.15		Połączenie silnika z zespołem sprzęgła powinno zostać tak zaprojektowane aby nie wprowadzać dodatkowych naprężeń na wałek sprzęgłowy skrzyni biegów	K				
3.16		Silnik elektryczny powinien posiadać chłodzenie cieczą	K				
3.17		Silnik elektryczny powinien posiadać pompę cyrkulacji cieczy chłodzącej wraz osobną chłodnicą	K				

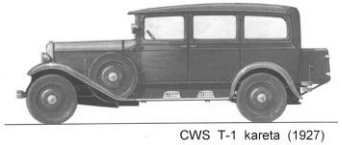
Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

3.18		Pojazd powinien posiadać ogrzewanie wnętrza bazujące na oryginalnej nagrzewnicy pojazdu	K				
3.19		Silnik elektryczny powinien być tak zamontowany aby umożliwić jego obsługę bez konieczności demontażu innych części osprzętu	K				
3.20		Zamontowany elektryczny układ napędowy powinien zapewniać sterowanie pojazdem jak dla pojazdu bazowego	K				
3.21		Sposób zamontowania zespołów elektrycznych powinien zapewnić do nich łatwy dostęp	K				
3.22		Sterowanie silnikiem elektrycznym musi odbywać się za pomocą pedału przyspieszenia którego położenie kątowe musi odpowiadać wartości prędkości obrotowej generowanej przez silnik	K				
3.23		Hamowanie silnikiem elektrycznym powinno rozpoczynać się po zwolnieniu pedału przyspieszenia co automatycznie powinno włączyć funkcję odzyskiwania energii	K				
3.24		Zmiana biegów powinna odbywać się tak samo jak w pojeździe bazowym z zastosowaniem układu sprzęgła	K				
4	Termiczne						
4.1		Powinien umożliwiać działanie w temperaturze od -10 do +40	Z				
4.2		System chłodzenia silnika musi posiadać zabezpieczenie całego układu przed jego przegrzaniem	K				

Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.



ZSS Poznań

5	Napięciowe						
5.1		Zasilanie osprzętu pojazdu powinno pozostać na niezmienionym poziomie 12V	K			12V	
5.2		Wartości napięć w układzie sterowania silnika nie powinny przekraczać 100V	K		100V		
5.3		Wartości natężenia prądu w układzie zasilania to max 600 A	K		600A		
6	Układy pomiarowe						
6.1		Powinien posiadać wskaźniki poboru energii elektrycznej	K				
6.2		Zastosowane komponenty układu sterowania silnikiem powinny mieć wyprowadzone złącza do podłączenia układów pomiarowych	K				
6.3		Powinien posiadać zamontowane układy pomiaru napięcia zgodnie ze schematem z rys. nr 8 specyfikacji funkcjonalnej	K				
6.4		Powinien posiadać zamontowane układy pomiaru natężenia prądu zgodnie ze schematem rys. nr 8 specyfikacji funkcjonalnej	K				
6.5		Posiadać złącze umożliwiające podłączenie się z zewnętrznym systemem pomiarowo rejestrującym	Z				
6.6		Na desce rozdzielczej powinna znajdować się kontrolka temperatury układu chłodzenia silnika elektrycznego z wskaźnikiem wartości granicznej	K				
6.7		Prędkość obrotowa silnika elektrycznego powinna być prezentowana na tarczy obrotomierza na desce rozdzielczej pojazdu	K				

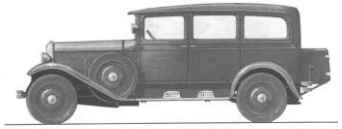
Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

6.8		Prędkość ruchu pojazdu powinna być wizualizowana na tablicy rozdzielczej pojazdu	K				
6.9		Stopień naładowania akumulatorów powinien być wizualizowany na desce rozdzielczej podobnie do wskaźnika zużycia paliwa	K				
6.10		Układ pomiarowy powinien zapewniać próbkowanie sygnału z częstotliwością 5Hz	Z	5Hz			
7	Bezpieczeństwo						
7.1		Wszystkie przewody wysokonapięciowe powinny być koloru pomarańczowego	K				
7.2		Działanie elektrycznego napędu nie może wpływać na działanie układu hamulcowego	K				
7.3		Działanie elektrycznego napędu nie może wpływać na działanie układu kierowniczego	K				
7.4		Układ powinien posiadać zabezpieczenie przeciw porażeniowe	K				
7.5		Układ powinien posiadać wyłącznik bezpieczeństwa zamontowany w łatwo dostępnych miejscach - 1x wewnątrz pojazdu obsługiwany przez kierowcę oraz 1x na zewnątrz w pobliżu akumulatorów.	K				

Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.



CWS T-1 kareta (1927)

ZSS Poznań

Learning e-Mobility Plus

Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

2. Analiza doboru silnika elektrycznego do napędu Toyoty Starlet

Konstruktorzy pojazdów elektrycznych stają w pewnym momencie przed pytaniem: jaki silnik wybrać do napędu pojazdu elektrycznego? Do budowy pojazdów elektrycznych stosuje się obecnie silniki:

Prądu stałego:

- komutatorowe ze wzbudzeniem elektromagnetycznym,
- komutatorowe ze wzbudzeniem magnesami trwałymi,
- bezszczotkowe silniki BLDC.

Prądu przemiennego trójfazowe:

- asynchroniczne klatkowe,
- synchroniczne z sinusoidalnym kształtem siły elektromotorycznej - Permanet Magnet Synchronous Motor, PMSM,
- synchroniczne reluktancyjne przełączalne.

Do napędu pojazdu elektrycznego nadaje się każdy z tych silników zarówno do napędu bezpośredniego jak i pośredniego czyli z użyciem przekładni. Warunkiem jest odpowiedni dobór mocy, prędkości i momentu obrotowego silnika. Dobór silnika będzie decydował o osiągach pojazdu.

Silniki prądu stałego nie wymagają przetwornicy energoelektronicznej, można zasilać je bezpośrednio z przełączalnych akumulatorów lub stosując rezystory rozruchowe. Jest to jednak rozwiązanie bardzo mało praktyczne i uniemożliwiające późniejsze kształtowanie parametrów napędu.

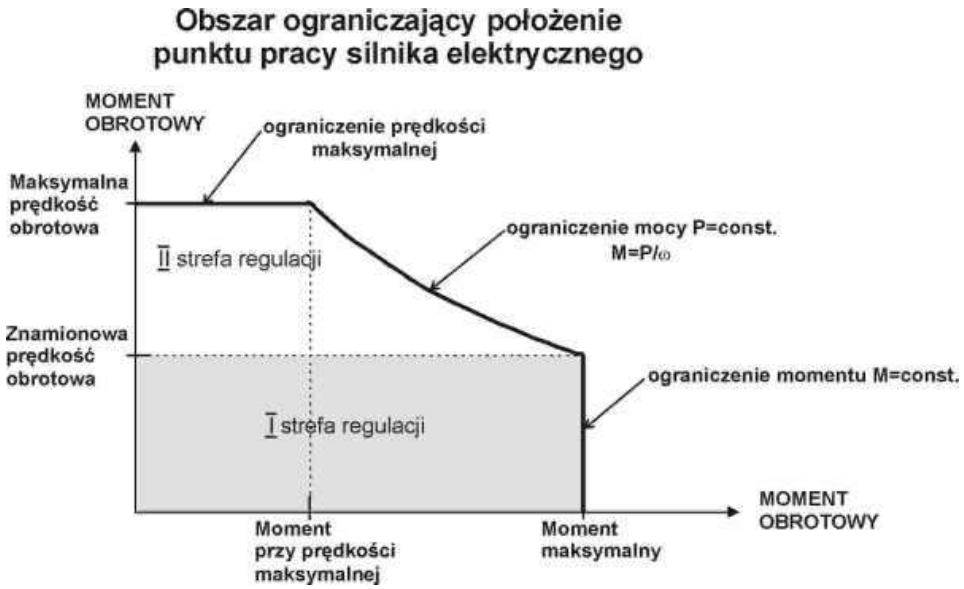
Każdy z silników prądu przemiennego wymaga przetwornicy energoelektronicznej (falownika). W praktyce powinna być ta przetwornica sterowana mikroprocesorowo bo tylko wtedy jest możliwość dowolnego kształtowania parametrów napędu elektrycznego pojazdu elektrycznego.

Silniki z magnesami trwałymi mają większą sprawność od silników bez magnesów ale tylko w zakresie prędkości od 0 do prędkości znamionowej. W takim zakresie prędkości nie muszą pobierać prądu z akumulatorów na wzbudzenie silnika. Niestety jeśli chce się wymusić wyższą od znamionowej prędkość obrotową silnika to sprawność silnika z magnesami trwałymi maleje. Przy prędkościach większych od znamionowej czyli w II strefie regulacji musi być pobierany dodatkowy prąd z akumulatora, który będzie wytwarzał strumień magnetyczny osłabiający strumień pochodzący od magnesów trwałych.

Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

Prawidłowo dobrany silnik elektryczny do napędu pojazdu elektrycznego powinien mieć możliwość pracy w dwóch strefach regulacji: strefie I czyli poniżej prędkości znamionowej oraz w strefie II czyli powyżej prędkości znamionowej. Zapewni to dopasowanie silnika do charakterystyki momentu oporowego odpowiadającej pojazdowi samochodowemu.



Aktualny punkt pracy silnika wynika z zadanej prędkości pojazdu oraz z aktualnego momentu oporowego, czyli oporu jaki napotyka pojazd. Przy prędkości mniejszej od znamionowej punkt pracy silnika elektrycznego na charakterystyce mechanicznej ograniczony jest maksymalnym momentem silnika - tzw. obszar pracy ze stałym momentem. Przy prędkości wyższej od znamionowej punkt pracy silnika ograniczony jest maksymalną mocą silnika i na charakterystyce mechanicznej ograniczony jest krzywą opisaną wzorem:

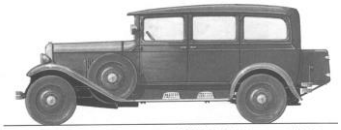
$$M = \frac{P}{n}$$

Gdzie: n to prędkość silnika przy stałej mocy P=const.

Rozpatrując dopuszczalny obszar pracy sinika trzeba uwzględnić, że ten obszar pracy może się zmieniać z uwagi na to, że silnik elektryczny można na pewien czas przeciążyć. W kartach katalogowych silników podaje się wartość przeciążalności silnika i określa się czas na jak długo można silnik elektryczny przeciążyć. Np. dla silnika asynchronicznego klatkowego przeciążalność wynosi około 3 krotną wartość momentu znamionowego silnika.

Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.



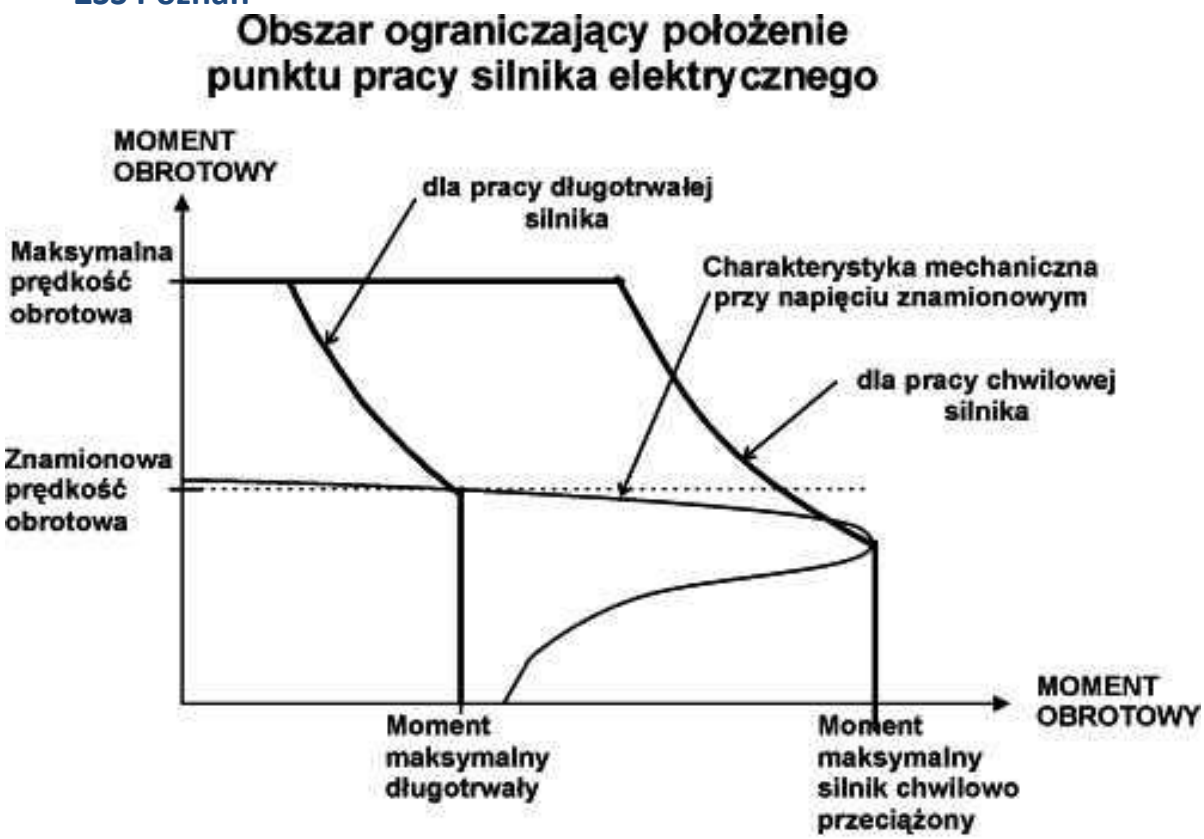
ZSS Poznań

Poniżej przedstawiono wykres zmian obszaru strefy regulacji przy przeciążeniu, dla silnika synchronicznego i asynchronicznego.

Wykres zmian obszaru strefy regulacji przy przeciążeniu, dla silnika synchronicznego

Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.



Wykres zmian obszaru strefy regulacji przy przeciążeniu, dla silnika asynchronicznego

Przechodzenie w II strefę regulacji komplikuje układ sterowania, ale jeśli zrezygnujemy z zakresu dużych prędkości obrotowych, to silnik zastosowany w pojeździe będzie przewymiarowany tj. za duży i co za tym idzie za ciężki.

W związku z powyższym interesującą alternatywą staje się klasyczny silnik asynchroniczny. Silnik taki ma sprawność około 80%, ale są również produkowane silniki asynchroniczne o sprawności około 90%.

Rozważając sprawność widać, że silniki z magnesami trwałymi nie są wcale tak atrakcyjne jeśli dodatkowo uwzględni się ich wysoką, w porównaniu np. z silnikami asynchronicznymi klatkowymi, cenę.

Erasmus+
This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

Odnośnie napięcia zasilania silnika to każdy silnik można nawinąć tak, aby dopasować go do poziomu napięcia zasilania z akumulatorów. Jednak najtańszym rozwiązaniem jest użycie silnika na standardowe napięcie zasilania. Wydaje się, że najłatwiej jest zastosować napięcie akumulatorów 300V i standardowy silnik klatkowy 380/220 połączony w trójkąt. Jest wtedy możliwość wykorzystania standardowego falownika z tranzystorami IGBT do zasilania silnika asynchronicznego. Dochodzi jednak w tym momencie koszt zakupu falownika oraz przepisy związane z obsługą urządzeń wysokonapięciowych.

3. Obliczenia teoretyczne zasięgu samochodu elektrycznego

Zasięg pojazdu elektrycznego jest uzależniony od wielu czynników i nie można udzielić jednoznacznej odpowiedzi na ten temat. Można jednak wykonać obliczenia, które pozwolą na oszacowanie maksymalnego zasięgu pojazdu w przyjętych niżej warunkach. Poniżej przedstawiono przykład obliczenia zasięgu średniej wielkości osobowego samochodu elektrycznego.

Erasmus+
This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

CWS T-1 kareta (1927)

ZSS Poznań

Założenia:

- ciągła prędkość jazdy V=50 km/godz =13.9 m/s (pojazd porusza się cały czas z tą samą stałą prędkością, nie przyspiesza i nie hamuje, konieczność początkowego rozpędzenia pojazdu pominięto),
  masa pojazdu łącznie z akumulatorami m_1=1200 kg;
- masa dwóch pasażerów z bagażem m_2=200 kg;
- wysokość pojazdu ***h***=1,4 m;
- szerokość pojazdu ***w***=1,6 m;
- współczynnik oporu aerodynamicznego ***Cx***=0,31;
- sprawność przekładni (silnik napędza koła przez przekładnię główną) ***sprP***=0,9;
- współczynnik tarcia drogi przy prędkości 50km/h przyjęto ft_0=0,013 (pośrednia wartość między gładkim asfaltem a gładkim betonem, zakładając, że ciśnienie w ogumieniu jest takie jak zaleca producent samochodu);
- gęstość powietrza ***roP***=1,205 kg/m^3;
- sprawność silnika ***sprS***=0,78;
- napięcie znamionowe baterii akumulatorów ***Uak***=84V;
- pojemność baterii akumulatorów ***Qak***=180 Ah (przy temperaturze 20 C);
- temperatura powietrza 20 C;
- pojazd porusza się po płaskiej drodze czyli kąt nachylenia drogi ***alfa***=0 [deg] - pominięto tzw. opór wzniesienia;
- nie ma wiatru;
- pominąć straty energii w przekształtniku zasilającym silnik - straty te są pomijalne przy dobrej jakości przekształtniku w porównaniu ze stratami w silniku;
- charakterystyka mechaniczna silnika jest taka, że przy zasilaniu napięciem ***Uak*** ma prędkość obrotową odpowiadającą prędkości pojazdu ***V***.

Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

CWS T-1 kareta (1927)

ZSS Poznań

Obliczenie oporów ruchu

Opór toczenia

Siła oporu toczenia:

$F_n=(m_1+m_2)*g*ft_0*(1+A*V^2)$=180 N

gdzie: g=9,81 m/s^2 - przyspieszenie ziemskie, A=5*10^{-5} - współczynnik dodatkowego oporu toczenia dla gładkiej powierzchni asfaltowej.

Opór powietrza

Współczynnik powierzchni czołowej samochodu osobowego:

$A_t=0,9*h*w$=2,016

Siła oporu powietrza:

$F_p=1/2*roP*Cx*At*V^2$=73 N

Moc na kołach potrzebna do poruszania pojazdu

$P_k=(F_n+F_p)*V$=3517 W

Moc potrzebna na poruszanie pojazdu przeliczona na wał silnika

$P_s=P_k/sprP$=3907 W

Silnik musi wytworzyć taką moc na wale aby poruszać ten pojazd z prędkością 50 km/godz.

Moc pobierana przez silnik z akumulatorów

$P_{ak}=P_s/sprS$=5010 W

Pobór prądu z akumulatorów

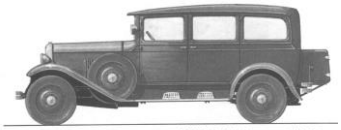
$I_{ak}=P_{ak}/U_{ak}$=60 A

Czas jazdy samochodu elektrycznego przy prędkości V

$t=Q_{ak}/I_{ak}$=3 godz

Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.



ZSS Poznań

Zasięg jazdy pojadu elektrycznego

S=V*t=150 km

Obliczony **zasięg jazdy samochodu elektrycznego o parametrach wymienionych w założeniach wynosi 150 km**.

Zapotrzebowanie na energię takiego pojazdy wynosi więc zaledwie 100 Wh/km.

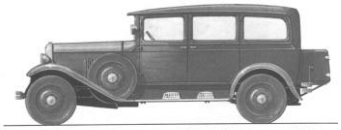
Uwaga:

Rzeczywisty zasięg jazdy samochodu elektrycznego w podanych warunkach będzie jednak mniejszy w rzeczywistości. Wynika to z tego, że rzeczywista pojemność akumulatorów będzie mniejsza, a pobór prądu większy niż obliczony. Związane to jest z faktem, że dla akumulatorów trakcyjnych pojemność akumulatorów podawana jest dla rozładowania prądem 20 lub 5 godzinnym, a w przykładzie obliczono czas rozładowania mniejszy od 3 godz. Przy szybszym rozładowaniu pojemność akumulatorów jest mniejsza niż podana w założeniach. Pobór prądu będzie większy niż obliczony, gdyż przy obciążeniu akumulatorów, napięcie na nich jest mniejsze od znamionowego. Aby silnik mógł wytworzyć pożądaną moc na wale przy niższym napięciu zasilania, musi pobrać więcej prądu. Trzeba pamiętać też o tym, że sprawności silnika elektrycznego podawana na tabliczce znamionowej silnika jest największą sprawnością, która dotyczy tylko obciążenia silnika prądem znamionowym.

Ponadto można zauważyć, że duży wpływ na zasięg samochodu ma współczynnik tarcia zależny od jakości drogi oraz od kół pojazdu. Zwiększenie ciśnienia w ogumieniu i zastosowanie węższych opon zmniejszy ten współczynnik, a tym samym wydłuży zasięg pojazdu. Również wpływ na zasięg pojazdu będzie miało zmniejszenie masy pojazdu oraz zmniejszenie współczynnika Cx. Należy jednak pamiętać, że zarówno masę pojazdu, jak i Cx można praktycznie zmienić tylko na etapie projektowania pojazdu.

Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.



CWS T-1 kareta (1927)

ZSS Poznań

Analizując możliwości adaptacji i dostępne rozwiązania, zdecydowano się na wybór silnika BLDC zasilanego akumulatorami LiFePO4.

Zalety silnika BLDC:

- prostą budowę silnika,
- duży stosunek momentu do masy silnika,
- duża sprawność,
- prosty układ sterowania,
- sterowanie w szerokim zakresie prędkości,
- bardzo dokładną regulację prędkości bez dodatkowych kosztów finansowych,
- wysoki moment rozruchowy,
- niskie koszty obsługi,
- brak szczotek (silnik staje się cichy, niezawodny, brak zużywania mechanicznego oraz przewodzącego pyłu)

Wady silnika BLDC:

- tętnienia momentu elektromagnetycznego,
- wysoki koszt magnesów trwałych
- konieczność stosowania czujników położenia wału, co w znacznym stopni wpływa na cenę układu napędowego.

Erasmus+

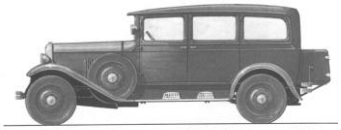
This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

Budowa silnika BLDC znacząco różni się od rozwiązań konstrukcyjnych stosowanych w innych maszynach elektrycznych. Wśród jego podstawowych elementów składowych można wyróżnić wirnik oraz stojan. Moment napędowy powstaje w wyniku współdziałania pola magnetycznego wirnika i stojana. W odróżnieniu od tradycyjnych silników wirnik wytwarza stałe w czasie pole magnetyczne pochodzące z magnesów stałych. Pole magnetyczne stojana indukowane jest w uzwojeniach skojarzonych w odpowiednie grupy. Największą zaletą silnika BLDC jest brak konieczności stosowania komutatora, dzięki czemu nie występuje zjawisko komutacji oraz straty energii w wyniku przepływu prądu przez szczotki o stosunkowo dużej rezystancji. Wirnik oraz uzwojenia stojana i sposób ich połączenia poniższy rysunek:

Ruch wirnika możliwy jest dzięki wirującemu polu magnetycznemu stojana. Obroty wirnika są ściśle zależne od częstotliwości zmian pola stojana. W praktyce do sterowania wykorzystuje się układ elektronicznego komutatora a obrót wirnika podzielony jest na sześć faz, w których zasilanie kolejnych uzwojeń przełączane jest w taki sposób aby pole w obwodzie magnetycznym stojana zmieniało swoje położenie o pewien stały kąt wynikający z ilości biegunów.

Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.



Układ sterowania realizowany jest zazwyczaj w postaci końcówki mocy opartej na tranzystorach przełączających, których ilość jest uzależniona od liczby uzwojeń stojana. Realizuje on podstawowe funkcje takie jak zmiana prędkości obrotowej, regulacja przyspieszenia, oraz analizowanie informacji o położeniu wirnika pochodzące ze sprzężenia zwrotnego.

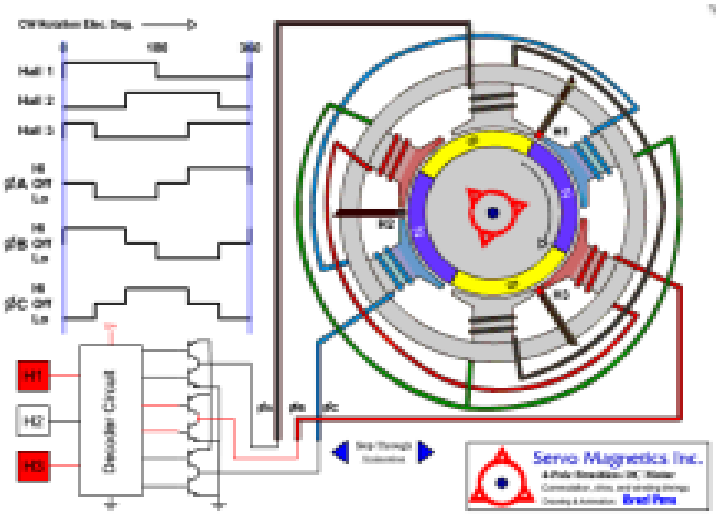
Problem przy sterowaniu silnikiem BLDC sprowadza się zazwyczaj do określenia stanu łączników jako funkcji informującej nas o położeniu kątowego wału, czyli mówiąc pokrótce do wyznaczenia chwili przełączenia. Wyznaczenie położenia może się odbywać na podstawie sygnałów pochodzących z czujników magnetycznych tzw. Hallotronów, które znajdują się w szczelinach, rozmieszczone względem siebie o 120 stopni. Zaletą takiego rozwiązania jest fakt, że sygnały te przychodzące z czujników są wykorzystywane, za pomocą prostego układu logicznego do sterowania pracą przełączników.

Jednakże sterowanie to ma także swoje wady, a należy do nich sama obecność zastosowanych sensorów, ponieważ są to delikatne czujniki. Nie oznacza to, że silnikami BLDC jest ciężko sterować. Oprócz sterowania za pomocą czujników, istnieje również inne. Polega ono na tym, że obliczane są chwile przełączenia łączników na podstawie prądów napięć pochodzących z uzwojeń silnika. Stosuje się kilka metod sterowania.

W pierwszej metodzie wykorzystujemy siłę elektromotoryczną indukowaną w fazie silnika, bardzo łatwo można ją zmierzyć, kiedy silnik jest wyłączony. Można wyznaczyć również czas przejścia tej siły przez zero i po odpowiednim przesunięciu tych sygnałów, a dokładniej o ¼ okresu wykorzystać je do sterowania pracą łączników, niestety metoda ta ma jednak bardzo istotne ograniczenie, ponieważ na postoju indukowana siła elektromotoryczna jest równa zeru, co dyskwalifikuje tę metodę.

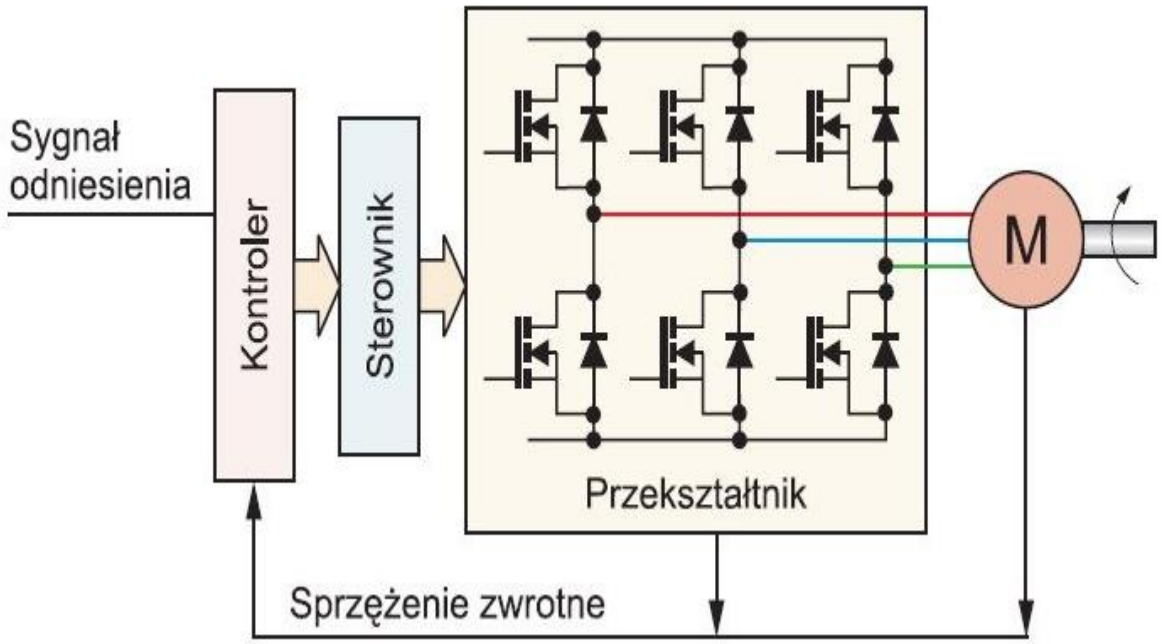
Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.



Druga metoda bezczujnikowego sterowania silnikiem BLDC, polega na obserwowaniu stanu silnika. W tym przypadku tworzony jest matematyczny model układu bieżąco korygowanego na podstawie sygnałów rzeczywistych prądów i napięć pochodzących z maszyny. Z tego też modelu otrzymujemy sygnały pozwalające na sterownie pracą łączników. Zastosowanie modelu matematycznego niesie za sobą dodatkowe korzyści, mianowicie uzyskanie dodatkowych wielkości fizycznych, wykorzystanych później w sterowaniu pracą silnika. Jednakże obróbka tych sygnałów wymaga dużej mocy obliczeniowej.

Erasmus+
This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.



Poniżej przedstawiono specyfikację techniczną dla wybranych podzespołów, które zostaną zamontowane i wykorzystane w Toyocie Starlet.

Erasmus+
This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

4. Specyfikacja techniczna

4.1. Silnik elektryczny

Do napędu zostanie zastosowany:

- **silnik BLDC o mocy max 20kW / produkcja EVC-MOTORS**

Silnik produkcji EVC-MOTORS to Bezszczotkowy silnik prądu stałego BLDC. Znajduje on coraz szersze zastosowania głównie z powodu wysokiej sprawności i dużej trwałości. Ponadto nie wymaga on częstych przeglądów i konserwacji i nie wywołuje dużego hałasu. Największą ich wadą jest znaczna cena związana z ceną magnesów trwałych oraz konieczność współpracy z elektronicznym komutatorem. Malejące ceny elementów elektronicznych, duża skala integracji elektronicznych układów zasilania i sterowania oraz wysoki koszt energii elektrycznej sprawiają, że napęd z silnikiem BLDC jest konkurencyjny w stosunku do napędu z asynchronicznym silnikiem klatkowym o regulowanej prędkości obrotowej. W przeważającej liczbie zastosowań silnik BLDC może być wyposażony w niezawodny, prosty i tani komutator elektroniczny realizujący regulację prędkości obrotowej, zmianę kierunku wirowania i ochronę przeciążeniową. Wyeliminowanie czujników położenia i związanych z nimi połączeń w obecnie rozwijanych, bezczujnikowych układach sterowania podnosi niezawodność i zmniejsza cenę napędu z silnikiem BLDC. Bezszczotkowe silniki prądu stałego przewyższają wszystkie inne silniki pod względem sprawności oraz mocy osiąganej z jednostki ciężaru czy objętości. Dodatkowo w wirnikach tych silników prawie nie ma strat, gdyż wykonane są one na ogół z wysokorezystancyjnych magnesów spiekanych. Większość strat występuje w stojanie, który łatwo schłodzić. Zatem uzwojenia stojana mogą być obciążone większą gęstością prądu, co wpływa na minimalizację wymiarów maszyny. Silniki te nie mają kłopotliwego i wymagającego konserwacji komutatora, pracują cicho, a ich trwałość zależy praktycznie od trwałości zastosowanych łożysk.

Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

ZSS Poznań

- sterownik BLDC 96V/560A max
- zadajnik prędkości oparty na czujniku hall'a (sterowany mechanicznie za pomocą linki)
- Bateria akumulatorów.

Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

4.2. Akumulatory

Do zasilania zostanie wykorzystany układ bateryjny 23 ogniw o napięciu 3,2V i pojemności 90Ah wykonanych w technologii LiFePo4 (planowany jest zakup 30 ogniw, bowiem faktyczne zapotrzebowanie na napięcie zasilania jest uzależnione o warunków eksploatacji – faza projektowa może różnić się od fazy praktycznej).

Łączna waga 23 ogniw 130 kg, cena ok 15.000 zł

Wybrane akumulatory charakteryzują się:

- wysoką wydajnością energetyczną;
- doskonałą żywotnością baterii;
- krótkim czasem ładowania;
- bezpieczeństwem.

Erasmus+
This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

CWS T-1 kareta (1927)

ZSS Poznań

Sinopoly

http://www.sinopolybattery.com

HK Head Office

Tel: (852) 3104 2693 Fax: (852) 2677 0628 E-mail: sales@sinopolybattery.com

中聚锂电池性能说明

SINOPOLY LITHIUM ION BATTERY SPECIFICATIONS

单体电池尺寸
DIMENSIONS

型号(MODEL):SP-LFP180AHA

275mm
281mm
71mm
180mm
71mm
106mm

技术参数
SPECIFICATION

型号(MODEL):SP-LFP180AHA		
标称容量 Nominal Capacity	180Ah,576Wh	
标称电压 Nominal Voltage	3.2V	
循环寿命 Life Cycles	80% DOD	≥2000Times
	70% DOD	≥3000Times
自放电率 Self-discharge Rate	≤3%	
重量 Weight	5.79±0.1kg	

	充电 Charge (模式:Mode:cc-cv)	放电 Discharge
截止电压 Cut-Off Voltage	3.8V	2.8V
标准电流 Standard Current	0.3C,54A	0.3C,54A
最大恒电流 Max Constant Current	3C,540A	3C,540A
最大脉冲电流(10秒) Max Impulse Current (10s)	3C,540A	5C,900A
工作温度 Operating Temperature	0°C~+70°C	-20°C~+70°C

Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

4.3. Inne komponenty

Inne kompnenty do zastosowania w samochodzie elektrycznym Tojota Starlet:

- BMS do baterii (Battery Management System) w architekturze rozproszonej,
- ładowarka 1,5kW z komunikacją CAN z systemem BMS,
- przetwornica DC/DC 84V/13,5V do ładowania instalacji 12V z baterii trakcyjnej,
- kompletny układ chłodzenia silnika (pompa cyrkulacyjna, rury, mała chłodniczka),
- ogrzewanie pojazdu - Zostaną zamontowane grzałki elektryczne 2x750W wstawione w układ chłodzenia z wykorzystaniem oryginalnej nagrzewnicy pojazdu,
- układ regulacji temperatury do ogrzewania pojazdu.

Uwaga.

Układ napędu zastosowany w samochodzie pozwala na odzyskiwanie energii podczas hamowania samochodu.

Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

5. Przewidywane wykorzystanie samochodu elektrycznego w Zespole Szkół Samochodowych do celów dydaktycznych.

Diagnostyka i naprawa odbywać się będzie w pracowniach i na zajęciach praktycznych.

1. Diagnostyka w pracowniach :
   a) Pracownia diagnostyki pojazdów samochodowych
      - diagnostyka układu napędowego (silnik, układ chłodzenia silnika);
      - diagnostyka układu przeniesienia napędu (sprzęgło, skrzynia biegów).
   b) Pracownia elektrotechniki i elektroniki pojazdów samochodowych
      - diagnostyka układu baterii (30 ogniw);
      - diagnostyka silnika elektrycznego;
      - diagnostyka zadajnika prędkości;
      - diagnostyka elementów elektrycznych występujących w układzie chłodzenia, ogrzewania pojazdu, układu hamulcowego.
2. Naprawa – zajęcia praktyczne
   a. naprawa silnika elektrycznego (demontaż, montaż, pomiary);
   b. naprawa układu przeniesienia napędu (naprawa sprzęgła, skrzyni biegów);
   c. naprawa układu chłodzenia silnika elektrycznego (wymiana płynu chłodzącego, pompy cyrkulacyjnej, przewodów);
   d. naprawa układu hamulcowego (wymiana pompki podciśnieniowej);
   e. naprawa układu ogrzewania samochodu (wymiana elementów grzejnych, nagrzewnicy);
   f. naprawa układu ładowania baterii.

Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

Przy opracowaniu ćwiczeń należy uwzględnić pracę przy urządzeniach elektrycznych o napięciu 72 V, i natężeniu do 400 A. Należy dobrać odpowiednie narzędzia do bezpiecznej obsługi, opracować zasady bezpiecznej pracy oraz instrukcje i zabezpieczenia przed porażeniem prądem.

Do samochodu należy opracować instrukcję bezpiecznej pracy naklejoną pod maską silnika.

6. Propozycje opracowań dla Politechniki Poznańskiej.

1) Opracowanie układów pomiarowych napędu elektrycznego
2) Opracowanie układu pomiarowego odzyskiwania energii podczas hamowania
3) Obliczenia dotyczące eksploatacji samochodu (zasięg, koszt przejechania 100 km bez uwzględnienia i z uwzględnieniem amortyzacji akumulatorów, itp.).

Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.