



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Erasmus+ KA220-VET Cooperation Partnerships in Vocational Education
and Training

Hibrid ve Elektrikli Taşıtlara Yönelik Sanal ve Artırılmış Gerçeklik (SG/AG) Uygulamalarının Kullanımı

REHBER KİTABI *GUIDE BOOK*

Yazarlar/Edited by
Abdil Kuş, Rıdvan Arslan



Bu proje, Erasmus+ Programı kapsamında Avrupa Komisyonu tarafından desteklenmektedir. Ancak burada yer alan görüşlerden Avrupa Komisyonu ve Türkiye Ulusal Ajansı sorumlu tutulamaz.

This project has been funded with support from the European Commission. This communication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

İçerik

Giriş	5
SG/AG Ürünleri Nasıl Kullanılır.....	6
Modüller/İçerikler ve Öğretme/ Öğrenme Metotları.....	7
Hibrid ve Elektrikli Taşıtlar Elektrik ve Elektronik.....	8
Hibrid ve Elektrikli Taşıtlara Giriş.....	11
Batarya ve Enerji Depolama Sistemleri	14
Hibrid ve Elektrikli Taşıtlar Diagnostiği	17

Önsöz

Hibrid ve Elektrikli Taşıtlar için Sanal ve Artırılmış Gerçeklik (SG/AG) destekli dijital eğitim materyalleri geliştirilmesi projesi ile, Hibrid ve Elektrikli Taşıtların bakım ve servis konularında mesleki eğitim ve öğretim performansını artırmak için çok disiplinli tasarım temelli araştırma metodolojisi kullanarak eğitim içerikleri ve Sanal ve Artırılmış Gerçeklik destekli dijital eğitim materyalleri geliştirilmiştir.

Proje çalışmaları kapsamında, Hibrid ve Elektrikli Taşıtların eğitiminde kullanılan temel ve ileri düzey standartların ve prensiplerin SG/AG ortamına aktarılması hedeflenmiştir. Böylece öğrenciler ve çalışanlar, bu konuları üç boyutlu ortamda daha kolay anlayabilmek için SG/AG uygulamalarından yararlanabileceklerdir.

Proje; Bursa Uludağ Üniversitesi koordinatörlüğünde Bulgaristan'dan Sofya Teknik Üniversitesi Romanya'dan, Cluj Napoca Teknik Üniversitesi ve ülkemizden OIB Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi ile SANLAB AŞ ortaklığında sürdürülmüştür. Bu süreçte çok sayıda akademisyen, yazılım uzmanları ve eğitimci personel projede görev almıştır.

Bu kullanıcı kitabında; SG/AG destekli Hibrid ve Elektrikli Taşıtların eğitimi için geliştirilen içerikler, animasyonlar, WEB sitesi ve SG/AG uygulamalarının gerek bireysel kullanıcılar ve gerekse eğitimciler tarafından nasıl kullanılacağına dair detaylar verilmektedir.

Giriş

Bu kitapta verilen ve Hibrid ve Elektrikli taşıtlar konularından oluşan modüller, metin tabanlı öğretim yöntemlerinin yanı sıra, animasyon ve simülasyon araçlarının desteği ile geliştirilen Sanal ve Artırılmış Gerçeklik (SG/AG) araçlarının kullanımına yöneliktir. Bu modüller, Hibrid ve Elektrikli Taşıtların eğitiminde kullanılan temel, ileri standartlar ve ilkeler kavramlarının öğretilmesinde eksik olan konu alanlarını belirlemek için gerçekleştirilen uluslararası bir ihtiyaç analizi sonucunda üretilmiş ve geliştirilmiştir.

Bu modüler program geliştirme çalışmasının amacı, akademik ve endüstriyel ortaklarla birlikte yetkinlik tabanlı ve hedefe yönelik bir Hibrid ve Elektrikli Taşıtlar eğitim programı geliştirmektir. Bu nedenle, Hibrid ve Elektrikli Taşıtlar eğitiminde sadece geleneksel öğretim yöntemleri kullanılmasının yerine, güncel SG/AG uygulamalarının kullanımı ile desteklenmesi hedeflenmiştir.

SG/AG teknolojilerinin kullanılması ile kullanıcıların görsel hafızalarını destekleyerek daha fazla kalıcı bilgi ve beceri kazanmasına yardımcı olacağı, öğrencilerin öğrenme performansına önemli katkı sağlayacağı öngörülmektedir.

SG/AG Uygulamaları Nasıl Kullanılır

SG uygulamalarının kullanımı:

SG uygulamaları için öğrenci / öğretmenin gereksinimleri, Meta Quest 3 Sanal Gerçeklik gözlüğü olacaktır. Sistem bireysel kullanılacak ise kullanıcı kılavuzunda verilen yöntem ile kişiler <http://vrforev.org> sitesinden **VRforEV.apk** isimli APK dosyasını gözlüklerine indirecekler ve yine kılavuzdaki menü üzerinden uygulamayı kullanma yöntemlerini kolaylıkla öğrenebileceklerdir. Uygulama aynı anda hem SG hem de AG altyapısını yani Karma Gerçeklik (Mixed Reality) şeklinde tasarlandığından kullanım esnasında sistemi kullanmaya istenirse AR ortamında devam edebileceklerdir.

Çoklu Eğitimlerinde SG Uygulamalarının Kullanımı:

Eğitimciler Kullanıcı kılavuzundaki adımları izleyerek gözlüklerindeki tüm sahneleri PC ekranına yansıtabileceklerdir ve bir projeksiyona bağlanıldığında eğitimci sanal gerçeklik uygulamasını kullanır ilen öğrenciler/ izleyiciler tüm süreci izleme imkânına sahip olacaklardır.

AG uygulamalarının kullanımı:

- **Hybrid & Electric Vehicles Technology** kitabındaki 1nci bölüme ait belirli resimler, birer "Image Target" olarak tanımlanmıştır.
- **ARforEV.apk** uygulamasını telefonunuza veya tabletinize indirin.
- Uygulamayı açıp kamerayı kitaptaki bu özel resimlere doğrultun.
- Kamera, resmi tanıdığı anda ekranda, gerçek dünya görüntüsünün üzerinde ilgili konuya ait bir 3B model veya animasyon belircektir.
- Bu görsel ve animasyonlar sayesinde, karmaşık kavramları etkileşimli bir şekilde daha kolay öğrenebilirsiniz.
- Tüm SG/AG uygulamaları, kullanım kılavuzu, e-kitap ve diğer dijital dokümanlar proje web sitesinden (<http://vrforev.org>) ücretsiz olarak indirilebilir.

MODÜLLER / İÇERİKLER
VE
PROJE KAPSAMINDA GELİŞTİRİLEN
ÜRÜNLERİN
ÖĞRETİM VE ÖĞRENME YÖNTEMLERİ

Modül Kodu: 1

Modül Adı: H/E Taşıtlar Elektrik ve Elektronik

Eğitim İçeriği

1. Elektrik ve Elektronik'in Temel Kavramları

- 1.1 Doğru ve Alternatif Akım Kavramları
- 1.2. Analog ve Dijital Sinyal Kavramları
- 1.3. İletken, Yalıtkan ve Yarı iletken Kavramları
- 1.4. Manyetik ve Elektrik alan Kavramları
- 1.5. Pasif Devre Elemanları
- 1.6. Ohm Kanunu
- 1.7. Kirchhoff Akım ve Gerilim Kanunu
- 1.8. Güç ve Enerji Kavramları
- 1.9. Seri ve Paralel Elektrik Devreleri
- 1.10. Yıldız ve Üçgen Bağlantılar
- 1.11. Ölçü Aletleri
- 1.12. Aktif Devre Elemanları
- 1.13. Elektromanyetik Girişim ve Gürültü Kavramları

2. Sensörler

- 2.2. Açısal Konum ve Devir Sensörleri
- 2.3. Sıcaklık Sensörleri
- 2.4. Basing Sensörleri
- 2.5. Debi Sensörleri
- 2.6. İvme Sensörleri
- 2.7. Lambda Oksijen Sensörleri
- 2.8. Akım Ölçüm Sensörler

3. Elektronik Kontrol Sistemleri

- 3.2. Açık Devre Kontrol Sistemleri
- 3.3. Kapalı Devre Kontrol Sistemleri
- 3.4. Mikrodenetleyiciler

4. Elektrik Motorları

- 4.2. DC Motorlar
- 4.3. AC Motorlar

5. Rectifier (Doğrultucu), Konvertör ve İnvertörler

- 5.2. AC/DC Rectifierler
- 5.3. DC/DC Konvertörler
- 5.4. DC/AC İnvertörler

6. Araç Haberleşme Teknolojileri-Veri Yolları

- 6.2. Veri Yolları
- 6.3. UDS Protokol ve Servisleri
- 6.4. OBD II Protokol ve Servisleri

7. İleri Sürüş Destek Sistemleri ve Otonom Sürüş

- 7.2. Yapı ve Donanımları
- 7.3. Seviyeler
- 7.4. Sensörler
- 7.5. Sonar, Radar, Lidar, Görüntü Algılama

7.6. Konumlandırma Sistemleri	
7.7. Sürüş Karar Sistemleri	
8. Güvenli çalışma, Ekipmanlar ve Tehlike Yönetimi	
8.2.Yüksek Gerilim (YG), Tehlikeleri ve Önlemleri	
8.3.Yüksek Gerilimin İnsan Sağlığına Etkileri	
8.4.Yüksek Gerilim Kablo ve Bileşenleri	
8.5.Kişisel Koruyucu Donanımlar	
8.6.Ortam Koruyucu Donanımlar	
8.7.Personel Müdahale Sınıflandırması	
Öğrenme Çıktıları	
1.1	Bu eğitimin sonunda öğrenciler: • Elektrik ve elektronğin temel kavramlarını bilir. • Ölçü aletlerini tanıır ve kullanır. • Elektromanyetik girişim ve yayılım mekanizmalarını bilir
1.2	• Hibrid ve Elektrikli Taşıtlarda (H/E) kullanılan farklı ölçüm yeteneklerine sahip sensörlerin çalışma prensiplerini bilir
1.3	• Açık ve kapalı döngü elektronik kontrol sistemlerini bilir • Mikro denetleyicileri ve çalışma prensiplerini bilir.
1.4	• DC elektrik motorları ve çalışma prensiplerini bilir. • AC elektrik motorları ve çalışma prensiplerini bilir.
1.5	• AC/DC Rectifier, Boost DC/DC Converter, Buck DC/DC Converter ve DC/AC Inverteri ve çalışma prensiplerini bilir.
1.6	• CAN, LIN, FLEXRAY ve MOST veri yollarını bilir. • OBD-II protokol ve servisleri bilir. • UDS protokol ve servisleri bilir
1.7	• İleri sürüş destek sistemleri ve çalışma prensiplerini bilir. • Otonom sürüş sistemleri ve çalışma prensiplerini bilir.
1.8	• Güvenli çalışma ile ilgili ekipmanlar ve tehlike yönetimini bilir
Eğitim Saati	
40 saat	
Önerilen Öğretme / Öğrenme Yöntemleri	
SG/AG İçeriği	Meta Quest 3 ile uyumlu SG uygulamaları QR Kod yada resim okuyan Mobil AG Uygulaması Web sitesi üzerinde yüklü animasyon videoları
Eğitriciler için önerilen yöntemler	
Aplikasyon ve animasyonlar, ders içeriğini öğretmek için eğitriciler tarafından teorik ders sırasında destekleyici materyal olarak kullanılmalıdır.	
- Teorik içeriği öğretmek için genel PowerPoint slaytlarını kullanın, - İlgili konu sunumunun görselleştirmek üzere eğitim portalında verilen ilgili e-book, video veya animasyonları gösterin, Veya öğrencilere ayrıntıları göstermek için SG uygulamalarını projeksiyon vasıtasıyla ekrana yada perdeye yansıtarak kullanın, - Öğrenciler, SG gözlüklerini kullanarak bu konuları 3D ortamı olarak oluşturmak üzere ilgili	

SG uygulamalarını görmek için kendi SG gözlüklerini kullanabilirler

- Veya eğitimciler, ilgili konuyu 3B ortamı olarak anlamak için SG uygulamalarını Meta Quest 3 SG sistemi üzerinden öğrencilerle birlikte kullanabilirler.

Bireysel kullanıcılar için öğrenme yöntemleri

- Öncelikle ilgili video veya animasyonları izleyin ve konuların temelini anlayın.

- Bu uygulamaları 3B ortamda canlandırmak için SG uygulamalarınızı kullanın

- İlgili SG uygulamalarını görmek için Meta Quest 3 SG gözlükleri ile birlikte kullanın

- Bu animasyon ve S/AG uygulamaları <http://vrforev.org/> web sitesinde bulunabilir ve ücretsiz indirilebilir.

Modül Kodu: 2

Modül Adı: Hibrid ve Elektrikli Taşıtlara Giriş

Eğitim İçeriği

- 1. Elektrikli ve Hibrid Taşıt Teknolojisi**
 - 1.1. Elektro-Mobilite kavramları
 - 1.2. Hibrid Elektrikli H/E taşıtlar
 - 1.3. Elektrikli taşıtlar
 - 1.4. İçten yanmalı motorlu taşıtlar ile elektrikli taşıtların karşılaştırılması
- 2. Hibrid Taşıt Teknolojileri**
 - 2.1. Çeşitleri ve yapısal özellikleri
 - 2.2. Çalışma prensipleri
 - 2.3. Hibrid Taşıtların Yüksek Gerilim Komponentleri
 - 2.4. Hibrid Taşıt Kontrol Sistemleri
 - 2.5. Güç Aktarma Sistemleri
 - 2.6. 48V Hibrid Taşıt Sistemi
- 3. Elektrikli Taşıt Teknolojileri**
 - 3.1. Çeşitleri ve yapısal özellikleri
 - 3.2. Çalışma prensipleri
 - 3.3. Sürüş Sistemleri
 - 3.4. Güç Elektronikleri
 - 3.5. Motorlar
 - 3.6. Bataryalar
 - 3.7. Kendinden Güvenli Araçlar (ECE-R100)
 - 3.7.1. Yüksek Gerilim Güvenlik Sistemleri
 - 3.7.2. Pilot Line-Interlock
 - 3.7.3. Eş potansiyel Devreleri
 - 3.7.4. İzolasyon Direnci ve İzleme Modülü (IMD)
 - 3.7.5. Çarpışma Sistemi
 - 3.7.6. Servis tapası
- 4. Elektrik Makineleri**
 - 4.1. Tork, Güç Karakteristikleri, Motor Verimleri
 - 4.2. Elektrik makinelerinin çeşitleri ve yapısal özellikleri
 - 4.3. AC Alternatif Akım Motorları
 - 4.4. Elektrikli Araçlarda Kullanılan Çekiş Motorları
 - 4.4.1. Asenkron Motorlar
 - 4.4.2. Senkron Motorlar
 - 4.4.3. DC Doğru Akım Motorları
 - 4.4.4. Relüktans Motorlar
- 5. Motor Kontrol Sistemleri (Güç Elektroniği)**
 - 5.1. Motor Kontrol sistemlerinin yapısal özellikleri ve çalışması
 - 5.2. Güç elektroniği sistemleri
 - 5.2.1. İnvertörler
 - 5.2.2. Boost konvertörler-Buck konvertörler
- 6. H/E Taşıtlarda Kullanılan Yüksek Voltajlı Bataryalar**
 - 6.1. Yüksek voltaj bataryaları yapısal özellikleri ve çeşitleri

6.2. HEV ve EV araçlar batarya şarj konektör- şarj üniteleri	
7. Diğer Sistemler	
7.1. Termal Yönetim Sistemleri	
7.1.1 Batarya İklimlendirme Sistemi	
7.1.2 İnverter- Elektrik Motoru Soğutma Sistemi	
7.1.3. Araç İçi iklimlendirme sistemleri	
7.2. Direksiyon Sistemleri	
7.3. Fren Sistemleri	
Öğrenme Çıktıları	
1.1	Bu eğitimin sonunda öğrenciler: • Hibrid Elektrikli Taşıtların yapısı ve çalışmasını bilir, • Elektrikli taşıt yapılarını ve çeşitlerini bilir, • Bataryalı Elektrikli Taşıtların yapısı ve çalışmasını bilir,
1.2	• Hibrid araçların çeşitlerini, sistemlerini ve bu sistemlerin çalışmasını bilir,
1.3	• Elektrikli taşıtların sistemlerinin çalışmasını bilir, • YG güvenlik sistemlerinin çeşitlerini bilir, • YG güvenlik sistemlerinin yapısını ve çalışmasını bilir,
1.4	• Elektrik makinalarının çeşitlerini, yapısını ve çalışmalarını bilir, • Elektrik makinasının çalışmasını açıklar
1.5	• Motor kontrol sistemlerini bilir, • İnvertörlerin çeşitlerini ve çalışmasını bilir, • Konvertörlerin çeşitlerini ve çalışmasını bilir,
1.6	• H/E taşıtlarda kullanılan Yüksek Voltajlı Bataryalar • Hibrid ve elektrikli taşıtlardaki yüksek voltaj bataryalarını bilir
1.7	• Hibrid ve elektrikli taşıtlardaki diğer sistemleri sıralayabilir, • İklimlendirme, Fren, Direksiyon ve Termal yönetim sistemlerini açıklayabilir, • Isı pompalarını ve sıvı soğutma sistemlerinin çalışmasını bilir, • H/E taşıtlardaki ısıtma / soğutma sistemlerin çalışmasını bilir.
Eğitim Saati	
40 saat	
Önerilen Öğretme / Öğrenme Yöntemleri	
SG/AG İçeriği	Video / Animasyon Meta Quest 3 ile uyumlu SG uygulamaları
Eğitici için önerilen yöntemler	
Aplikasyon ve animasyonlar, ders içeriğini öğretmek için eğitici tarafından teorik ders sırasında destekleyici materyal olarak kullanılmalıdır.	
- Teorik içeriği öğretmek için genel PowerPoint slaytlarını kullanın, - İlgili konu sunumunun görselleştirmek üzere eğitim portalında verilen ilgili video veya animasyonu gösterin, Veya öğrencilere ayrıntıları göstermek için SG uygulamalarını projeksiyon vasıtasıyla ekrana yada perdeye yansıtarak kullanın, - Öğrenciler, SG gözlüklerini kullanarak bu konuları 3D ortamı olarak oluşturmak üzere ilgili	

SG uygulamalarını görmek için kendi SG gözlüklerini kullanabilirler

- Veya eğitmenler, ilgili konuyu 3B ortamı olarak anlamak için SG uygulamalarını Meta Quest 3 SG sistemi üzerinden öğrencilerle birlikte kullanabilirler.

Bireysel kullanıcılar için öğrenme yöntemleri

- Öncelikle ilgili video veya animasyonları izleyin ve konuların temelini anlayın.

- Bu uygulamaları 3B ortamda canlandırmak için SG uygulamalarınızı kullanın

- İlgili SG uygulamalarını görmek için Meta Quest 3 SG gözlükleri ile birlikte kullanın

- Bu animasyon ve S/AG uygulamaları <http://vrforev.org/> web sitesinde bulunabilir ve ücretsiz indirilebilir.

Modül Kodu: 3

Modül Adı: Batarya ve Enerji Depolama Sistemleri

Eğitim İçeriği

- 1. Enerji Depolama Sistemleri**
 - 1.1. Kimyasal bataryalar
 - 1.2. Süper kapasitörler
 - 1.3. Volanlar
 - 1.4. Hidrolik sistemler
- 2. Batarya Performans Karakteristikleri**
 - 2.1. Kapasite
 - 2.2. Özgül Güç
 - 2.3. Özgül Enerji
 - 2.4. Enerji Yoğunluğu
 - 2.5. Şarj Durumu-SoC
 - 2.6. Deşarj Derinliği-DoD
 - 2.7. Sağlık Durumu-SoH
 - 2.8. Çevrim-Döngü
- 3. Yüksek Voltaj Batarya Teknolojisi**
 - 3.1. Bataryaların Gelişimi ve Çeşitleri
 - 3.2. Kurşun-asit bataryalar
 - 3.3. Nikel bazlı bataryalar
 - 3.4. Lityum bazlı bataryalar
 - 3.5. Sodyum bazlı bataryalar
- 4. Batarya Mimarisi**
 - 4.1. Hücre çeşitleri
 - 4.2. Paket tasarımı
 - Modül-paket modeli
 - Hücre-paket modeli
- 5. Batarya Yönetim Sistemleri (BMS)**
 - 5.1. Yapısı(Master-Slave) Görevleri (Sensörler)
 - 5.2. Röleler/Kontaktörler ve Ön şarj Devresi
 - 5.3. Termal sistemleri(Isıtma-Soğutma)
- 6. Batarya Ömrü**
 - 6.1. Batarya Taşıma İşlemleri
 - 6.2. Termal Sürüklenme ve Yangın
 - 6.3. Atık Yönetimi ve Geri Dönüşüm
- 7. Batarya Arızaları ve Bakım**
 - 7.1. Yüksek voltaj batarya arıza kodları
 - 7.2. Mekanik, Termal, Kimyasal bozulma kaynaklı arızalar
- 8. Yakıt Hücreleri**
 - 8.1. FCEV
 - 8.2. Hidrojen Yakıtı
 - 8.3. Çalışması

8.4. Çeşitleri	
9. Şarj Yöntemleri ve Sistemleri	
9.1. Şarj Metotları (AC, DC, Kablosuz, Batarya Değişirme)	
9.2. Şarj Modları	
9.3. Şarj Konektörleri	
9.4. Kablosuz Şarj Sistemi	
Öğrenme Çıktıları	
Bu eğitimin sonunda öğrenciler:	
1.1	- Enerji depolama sistemlerini ve çeşitlerini bilir. - Kimyasal bataryalar, süperkapasitörler, volanlar ve hidrolik sistemleri bilir
1.2	- Bataryalara ait performans karakteristiklerini bilir, - Bataryalara ait kapasite, özgül güç, özgül enerji, enerji yoğunluğu, çevrim-döngü, şarj durumu,deşarj derinliği ve sağlık durumu temel kavramlarını bilir.
1.3	- Yüksek voltaj batarya teknolojisinin gelişimini ve batarya çeşitlerini bilir, - Kurşun-asit, nikel bazlı, lityum bazlı ve sodyum bazlı yüksek voltaj bataryalarını bilir.
1.4	- Batarya mimarisini ve tasarımını bilir, - Batarya hücre çeşitlerini bilir. - Batarya paket tasarımı için gerekli hesaplamaları yapar. - Batarya paketinin modül-paket ve hücre-paket tasarımları hakkında bilgi sahibi olur.
1.5	- Batarya yönetim sistemlerinin yapısını ve görevlerini bilir, - Batarya yönetim sistemleri içinde yer alan elektronik kontrol ünitesi(Master-Slave) tasarım gruplama çeşitlerini bilir. - Batarya yönetim sistemlerinde yer alan röleler/kontaktörler ve ön şarj devresini bilir, - Batarya paketlerinde yer alan termal sistemlerin çalışmasını ve çeşitlerini bilir.
1.6	- Batarya hayatı boyunca yapılan işlemleri bilir. - Batarya taşıma işlemlerini ve prosedürlerini bilir. - Bataryalarda termal sürüklenme, yangın ve önlemlerini bilir - Bataryaların atık yönetimini ve prosedürlerini bilir. - Bataryaların geri dönüşüm işlemlerini ve prosedürlerini bilir.
1.7	- Batarya ve sistemlerinin arızalarını ve hata kodlarını bilir, - Batarya ve sistemlerinin arıza tespit cihazı ile hata kodlarını tespit eder, bakım ve kontrol işlemlerini yapar.
1.8	- Yakıt hücreli elektrikli araç (FCEV) teknolojisini bilir, - Hidrojenin özelliklerini, elde edilmesini ve depolanmasını bilir, - Yakıt hücrelerinin kimyasal reaksiyonlarını, çalışmasını ve çeşitlerini bilir.
1.9	- Şarj modlarını ve metotlarını bilir, - Şarj konektörlerini bilir,

	• Kablosuz şarj yöntemini bilir, • Elektrikli araç şarj işlemini yapar.
Eğitim Saati	
40 saat	
Önerilen Öğretme / Öğrenme Yöntemleri	
SG/AG İçeriği	Video / Animasyon Meta Quest 3 ile uyumlu SG uygulamaları
Eğiticiler için önerilen yöntemler	
Aplikasyon ve animasyonlar, ders içeriğini öğretmek için eğiticiler tarafından teorik ders sırasında destekleyici materyal olarak kullanılmalıdır. - Teorik içeriği öğretmek için genel PowerPoint slaytlarını kullanın, - İlgili konu sunumunun görselleştirmek üzere eğitim portalında verilen ilgili video veya animasyonu gösterin, - Veya öğrencilere ayrıntıları göstermek için SG uygulamalarını projeksiyon vasıtasıyla ekrana yada perdeye yansıtarak kullanın, - Öğrenciler, SG gözlüklerini kullanarak bu konuları 3D ortamı olarak oluşturmak üzere ilgili SG uygulamalarını görmek için kendi SG gözlüklerini kullanabilirler - Veya eğitmenler, ilgili konuyu 3B ortamı olarak anlamak için SG uygulamalarını Meta Quest 3 SG sistemi üzerinden öğrencilerle birlikte kullanabilirler.	
Bireysel kullanıcılar için öğrenme yöntemleri	
Öncelikle ilgili video veya animasyonları izleyin ve konuların temelini anlayın. - Bu uygulamaları 3B ortamda canlandırmak için SG uygulamalarınızı kullanın - İlgili SG uygulamalarını görmek için Meta Quest 3 SG gözlükleri ile birlikte kullanın Bu animasyon ve S/AG uygulamaları http://vrforev.org/ web sitesinde bulunabilir ve ücretsiz indirilebilir.	

Modül Kodu: 4

Modül Adı: E/H Taşıtlar Diagnostiği

Eğitim İçeriği

- 1. E/H Araç Servis İşlemleri**
 - 1.1. Araç servise kabul prosedürü
 - 1.2. Arıza teşhis, tespit, raporlama
 - 1.3. OKD- sinyalizasyon,- kilitleme
 - 1.4. Ölçü Aletleri ve Arıza Teşhis Cihazları
 - 1.5. Teknik dokümanlar (Katalog vb.)
 - 1.6. E/H Araçlar özel atölye ekipmanları
 - 1.7. E/H Araçların hata kodları (DTC)
 - 1.8. Normal bakım onarım
 - 1.9. Hasarlı araç işlemleri
- 2. E/H Araçlarda Elektriksizleştirme İşlemleri**
 - 2.1. Elektriği kesme servis soketinin çıkarma
 - 2.2. Tekrar kapanmaya karşı kilitleme
 - 2.3. Voltaj ölçümü
- 3. E/H Araç Elektrik Motoru Arıza Kodları Ve Testleri**
 - 3.1. Arıza kodlarının belirlenmesi
 - 3.2. Yüksek voltaj testi
 - 3.3. İzolasyon testi
 - 3.4. Eş potansiyel eşitleme-Topraklama testi
 - 3.5. Direnç ölçümü
- 4. E/H Araç İnvertör- Konvertör Arıza Kodları ve Testleri**
 - 4.1. Arıza kodlarının belirlenmesi
 - 4.2. Yüksek voltaj testi
 - 4.3. İzolasyon testi
 - 4.4. Eş potansiyel eşitleme-Topraklama testi
- 5. E/H Araç Klima Kompresörü Arıza Kodları Testleri**
 - 5.1. Arıza kodlarının belirlenmesi
 - 5.2. Yüksek voltaj testi
 - 5.3. İzolasyon testi
 - 5.4. Eş potansiyel eşitleme-Topraklama testi
- 6. E/H Araç Şarj Sistemi (OBC) Arıza Kodları ve Testleri**
 - 6.1. Arıza kodlarının belirlenmesi
 - 6.2. Yüksek voltaj testi
 - 6.3. İzolasyon testi
 - 6.4. Eş potansiyel eşitleme-Topraklama testi
- 7. E/H Araçlarda YG Kablo Arıza Kodları ve Testleri**
 - 7.1. Süreklilik kontrolü
 - 7.2. İzolasyon kontrolleri
- 8. YG Batarya Arıza Kodları ve Testleri**
 - 8.1. Batarya arıza kodları ve testleri
 - 8.2. Batarya Termal runaway- Kacak testi
 - 8.3. Modül dengeleme

8.4. SOC, SOH, DoD parametreleri.

9. Onarım Sonrası Yüksek Gerilimin Sistemi Aktive Edilmesi

9.1. Yüksek voltajlı elemanlarının montaj yapılması

9.2. Servis soketi montajı

9.3. Servis bataryasının devreye alınması

10.Yol Yardım Hizmetleri

10.1. Çekici Hizmetleri

10.2. Acil Müdahale

10.3. Araç Yangınları

11.İleri Sürüş Destek Sistemleri ve Otonom Sürüş

11.1. ADAS Sensör Kalibrasyonu

11.2. Bulut Sistemleri ve OTA

Öğrenme Çıktıları

4.1	Bu eğitimin sonunda öğrenciler: • Elektrikli ve Hibrid aracın servise kabul işlemlerini yapar • Elektrikli ve Hibrid aracı servise alır, sinyalizasyon işlemleri ile KKD, OKD ları uygular, aracı çalışma için güvenli hale getirir • Arıza teşhis cihazını kullanmasını bilir • Yüksek voltajlı sistemleri hata kodlarının teşhis cihazından okur. • Araç teknik dokümanları (katalog) okumasını bilir • Düşük ve yüksek voltaj ölçümünde kullanılan ölçü aletlerini tanır ve kullanılır
4.2	• H/E taşıtlarda diagnostik ve arıza giderme işlemlerini bilir ve pratikte uygular • EKÜ hafızasındaki arızaları silmeyi ve parçaları EKÜ ye tanıtmayı bilir • Diagnostik cihazlarını ileri fonksiyonları ile tam kapasitede kullanabilir
4.3	• Elektrik motoru arıza kodları okur • Yüksek voltaj ölçümünü yapar • İzolasyon testlerini yapar • Eş potansiyel eşitleme-Topraklama testini yapar • Direnç ölçümü yapar
4.4	• Diagnostik cihazlar ile İnvertör-Konvertör arıza kodları • İnvertör-Konvertör testlerini yapar.
4.5	• Elektrikli araç klima sistemi elemanları bilir • Diagnostik cihazlar ile klima kompresörü arıza kodlarını okur. • Klima kompresörü arıza testlerini yapar.
4.6	• Diagnostik cihazlar ile araç şarj sistemi (OBC) arıza kodlarını okur • Araç şarj sistemi (OBC) testlerini yapar.
4.7	• Diagnostik cihazlar ile YG Kablo arıza teşhisini yapar • YG kablolarında Süreklilik kontrolünü yapar. • YG kablolarında izolasyon kontrolleri yapar
4.8	• Diagnostik cihazları ile batarya arıza kodları okur • SOC, SOH, DoD parametrelerini anlamını bilir • Batarya testlerini yapar. • Batarya Termal kaçakları (runaway) bilir. • Modül değiştirmesini bilir

	• Modül dengeleme işlemini bilir • Onarım sonrası batarya sızdırmazlık testlerini bilir
4.9	• Onarım sonrası yüksek gerilimin sistemini aktive eder.
4.10	• Elektrikli aracın çekici ile taşınması bilir. • Yolda kalan araca müdahale edilmesini bilir. • Batarya yangınlarına nasıl müdahale edilebileceğini bilir
4.11	• Diagnostik cihazlar ile Otonom araç arıza kodlarının okur • ADAS kalibrasyon cihazını kullanır • ADAS kalibrasyonunu yapar
Eğitim Saati	
40 saat	
Önerilen Öğretme / Öğrenme Yöntemleri	
SG/AG İçeriği	Video / Animasyon Meta Quest 3 ile uyumlu SG uygulamaları
Eğiticiler için önerilen yöntemler	
Aplikasyon ve animasyonlar, ders içeriğini öğretmek için eğiticiler tarafından teorik ders sırasında destekleyici materyal olarak kullanılmalıdır. - Teorik içeriği öğretmek için genel PowerPoint slaytlarını kullanın, - İlgili konu sunumunun görselleştirmek üzere eğitim portalında verilen ilgili video veya animasyonu gösterin, - Veya öğrencilere ayrıntıları göstermek için SG uygulamalarını projeksiyon vasıtasıyla ekrana yada perdeye yansıtarak kullanın, - Öğrenciler, SG gözlüklerini kullanarak bu konuları 3D ortamı olarak oluşturmak üzere ilgili SG uygulamalarını görmek için kendi SG gözlüklerini kullanabilirler - Veya eğitmenler, ilgili konuyu 3B ortamı olarak anlamak için SG uygulamalarını Meta Quest 3 SG sistemi üzerinden öğrencilerle birlikte kullanabilirler.	
Bireysel kullanıcılar için öğrenme yöntemleri	
- Öncelikle ilgili video veya animasyonları izleyin ve konuların temelini anlayın. - Bu uygulamaları 3B ortamda canlandırmak için SG uygulamalarınızı kullanın - İlgili SG uygulamalarını görmek için Meta Quest 3 SG gözlükleri ile birlikte kullanın. Bu animasyon ve S/AG uygulamaları http://vrforev.org/ web sitesinde bulunabilir ve ücretsiz indirilebilir.	

Bu rehber kitap “Hibrid ve Elektrikli Taşıtlara Yönelik Sanal ve Artırılmış Gerçeklik (SG/AG) Destekli Dijital Eğitim Materyali Geliştirilmesi (DTM4HEVs)” isimli AB Erasmus+ Stratejik Ortaklıklar Projesi kapsamında yazılmıştır. Proje No: [2023-1-TR01-KA220-VET-000152218]

Contents

Introduction	22
How to Use VR/AR Apps	23
Modules/Contents and Teaching/Learning Methods	24
Hybrid&Electric Vehicle Electric and Electronics	25
Introduction to Hybrid and Electric Vehicles	28
Battery and Energy Storage Systems.....	31
Hybrid&Electric Vehicles Diagnostic.....	34

Preface

Within the scope of the project, training content and Virtual and Augmented Reality (VR/AR) supported digital training materials were developed using a multidisciplinary design-based research methodology. This initiative, titled "Development of VR/AR Supported Digital Training Materials for Hybrid and Electric Vehicles," aimed to enhance vocational education and training performance in the maintenance and servicing of Hybrid and Electric Vehicles.

A primary objective of the project was to transfer the fundamental and advanced standards and principles used in Hybrid and Electric Vehicle training into a VR/AR environment. This allows students and professionals to utilize VR/AR applications to comprehend these subjects more easily through immersive, three-dimensional visualization.

The project was conducted under the coordination of Bursa Uludağ University, in partnership with the Technical University of Sofia from Bulgaria, the Technical University of Cluj-Napoca from Romania, and OIB Vocational and Technical Anatolian High School and SANLAB Inc. from Türkiye. Throughout this process, numerous academics, software specialists, and educational staff were involved in the project.

This user manual provides details on the contents, animations, website, and VR/AR applications developed for VR/AR-supported Hybrid and Electric Vehicle training. It includes comprehensive instructions on how these resources can be used by both individual users and educators.

Introduction

The modules in this guide book, which cover topics on Hybrid and Electric Vehicles, are designed for use with low-cost mobile Virtual and Augmented Reality (VR/AR) tools. These tools were developed with the support of animations and simulations, in addition to text-based teaching methods. These modules were created and refined based on an international needs analysis conducted to identify gaps in teaching the fundamental and advanced standards, principles, and concepts used in Hybrid and Electric Vehicles education.

The objective of this modular program development effort was to create a competency-based and goal-oriented Hybrid and Electric Vehicles training program in collaboration with academic and industrial partners. Consequently, the aim was to supplement the use of only traditional teaching methods in Hybrid and Electric Vehicles education with the application of contemporary VR/AR practices.

It is anticipated that the use of VR/AG technologies will support users' visual memories, help them gain more permanent knowledge and skills, and will make a significant contribution to learners' learning performance.

How to Use VR/AR Applications

VR Applications Usage:

To use the VR applications, students and instructors will need a Meta Quest 3 Virtual Reality headset. For individual use, users can download the APK file named **VRforEV.apk** to their headsets from the website <http://vrforev.org> following the method described in the user manual. The application is designed with both VR and AR infrastructure, meaning it supports Mixed Reality. Therefore, during use, users can switch to the AR environment if they wish.

Using VR Applications in Group Training:

Instructors can follow the steps in the User Manual to reflect all scenes from their headset to a PC screen. When the PC is connected to a projector, students or audience members can observe the entire process while the instructor uses the virtual reality application.

AR Applications Usage:

- Specific images in the first chapter of the **Hybrid & Electric Vehicles Technology** book are defined as "Image Targets."

- Download the **ARforEV.apk** application to your phone or tablet.

- Open the application and point the camera at these special images in the book.

- As soon as the camera recognizes the image, a 3D model or animation related to the topic will appear on your screen, overlaid on the live view of the real world.

- Through these visuals and animations, you can learn complex concepts more easily in an interactive way.

- All VR/AR applications, user manuals, e-books, and other digital documents can be downloaded for free from the project website (www.vrforev.org) .

MODULES / CONTENTS
AND
PRODUCTS DEVELOPED WITHIN THE SCOPE
OF THE PROJECT
TEACHING AND LEARNING METHODS

Module Code: HEVS1

Module Title: Hybrid/Electric Vehicles (HEVs) Electric and Electronics

Course Content
1. Basic Concepts of Electricity and Electronics 1.1 Direct and Alternating Current Concepts 1.2. Analog and Digital Signal Concepts 1.3. Conductor, Insulator and Semiconductor Concepts 1.4. Magnetic and Electric Field Concepts 1.5. Passive Circuit Elements 1.6. Ohm's Law 1.7. Kirchhoff Law 1.8. Concepts of Power and Energy 1.9. Series and Parallel Electric Circuits 1.10. Star and Delta Connections 1.11. Measurement tools 1.12. Active Circuit Elements 1.13. Electromagnetic Interference and Noise Concepts
2. Sensors 2.2. Angular Position and Rotation Sensors 2.3. Temperature Sensors 2.4. Pressure Sensors 2.5. Flow Sensors 2.6. Acceleration Sensors 2.7. Lambda Oxygen Sensors 2.8. Current Measurement Sensors
3. Electronic Control Systems 3.1. Open Loop Control Systems 3.2. Closed Loop Control Systems 3.3. Microcontrollers
4. Electric Motors 4.1. DC Motors 4.2. AC Motors
5. Rectifier, Converter and Inverters 5.1. AC/DC Rectifiers 5.2. DC/DC Converters 5.3. DC/AC Inverters
6. Vehicle Communication Technologies-Data Buses 6.1. Data buses 6.2. UDS protocols and services 6.3. OBD II protocols and services
7. Advanced Driving Support Systems and Autonomous Driving 7.1. Structure and Equipment 7.2. Levels

7.3. Sensors	
7.4. Sonar, Radar, Lidar, Image Detection	
7.5. Positioning Systems	
7.6. Driving Decision Systems	
8. Safe working, Equipment and Hazard Management	
8.1. High Voltage, Dangers and Precautions	
8.2. Effects of High Voltage on Human Health	
8.3. High Voltage Cables and Components	
8.4. Personal protective equipment	
8.5. Workshop Protective Equipment	
8.6. Personnel Intervention Classification	
Learning Outcomes	
1.1	• At the end of this training, learners: • Knows the basic concepts of electricity and electronics. • Recognizes and uses measuring instruments. • Knows electromagnetic interference and propagation mechanisms.
1.2	• Knows the working principles of sensors with different measurement capabilities used in Hybrid and Electric Vehicles
1.3	• Knows open and closed loop electronic control systems • Knows microcontrollers and their working principles.
1.4	• Knows DC electric motors and their working principles. • Knows AC electric motors and their working principles.
1.5	• Knows AC/DC Rectifier, Boost DC/DC Converter, Buck DC/DC Converter and DC/AC Inverter and their working principles.
1.6	• Knows CAN, LIN, FLEXRAY and MOST data buses. • Knows OBD-II protocols and services. • Knows UDS protocols and services
1.7	• Knows advanced driving support systems and their operating principles. • Knows autonomous driving systems and operating principles.
1.8	• Knows equipment and hazard management related to safe working
Course Hours	
40 Hours	
Recommended Teaching/Learning Methods	
VR/AR Content	VR apps compatible with Meta Quest 3 glasses Mobile AR Application that reads QR Code or image Animation videos installed on the website
Recommended methods for trainers	
The applications and animations should be used by instructors as supporting material during the theoretical lesson to teach the course content. - Use general Power Point slides to teach theoretical content, - Show the relevant video or animation provided on the educational portal to visualize the relevant topic presentation,	

Or use VR applications by projecting them onto a screen or screen to show details to students,

- Students can use their VR glasses to see relevant VR applications to render these subjects as a 3D environment using VR glasses
- Or instructors can use VR applications with students via the Meta Quest 3 system to understand the subject in question as a 3D environment.

Learning methods for individual users

- First, watch the relevant videos or animations and understand the basics of the topics.
- Use your VR applications to animate these applications in a 3D environment
- Use with Meta Quest 3 VR glasses to see relevant VR applications
- These animations and S/AG applications can be found on the website <http://vrforev.org/> and can be downloaded for free.

Module Code: HEVS2

Module Title: Introduction to Hybrid and Electric Vehicles

Course Content

1. Electric and Hybrid Vehicle Technology

- 1.1. Electro-Mobility Concepts
- 1.2. Hybrid Electric (HEV) vehicles
- 1.3. Electric (EV) vehicles
- 1.4. Comparison of internal combustion engine vehicles and electric vehicles

2. Hybrid Vehicle Technologies

- 2.1. Types and structural features
- 2.2. Working principles
- 2.3. High Voltage Components of Hybrid Vehicles,
- 2.4. Hybrid Vehicle Control Systems
- 2.5. Powertrain Systems
- 2.6. 48V Hybrid Vehicle System

3. Electric Vehicle Technologies

- 3.1. Types and structural features
- 3.2. Working principles
- 3.3. Driving Systems
- 3.4. Power Electronics
- 3.5. Electric motors
- 3.6. Batteries
- 3.7. Self Safe Vehicles (ECE-R100)
 - 3.7.1. High Voltage Security Systems
 - 3.7.2. Pilot Line-Interlock
 - 3.7.3. Equipotential Circuits
 - 3.7.4. Insulation Resistance and Monitoring Module (IMD)
 - 3.7.5. Collision System
 - 3.7.6. Service plug

4. Electrical Machines

- 4.1. Torque and Power Characteristics, Motor Efficiencies
- 4.2. Types and structural features of electrical machines
- 4.3. AC Alternating Current Motors
- 4.4. Traction Motors Used in Electric Vehicles
 - 4.4.1. Asynchronous Motors
 - 4.4.2. Synchronous Motors
 - 4.4.3. DC Direct Current Motors
 - 4.4.4. Reluctance Motors

5. Motor Control Systems (EV Power Electronics)

- 5.1. Structural features and operation of Motor Control systems
- 5.2. Power electronic systems
 - 5.2.1. Inverters

5.2.2. Boost converters-Buck converters	
6. High Voltage Batteries used in HEV and EV vehicles	
6.1. Structural features and types of high voltage batteries	
6.2. HEV and EV vehicles battery charging connector-charging units	
7. Other Systems	
7.1. Thermal Management Systems	
7.1.1. Battery Thermal Management System	
7.1.2. Inverter-Electric Motor Cooling System	
7.1.3. In-vehicle air conditioning systems	
7.2. Steering Systems	
7.3. Brake Systems	
Learning Outcomes	
1.1	At the end of this training, learners: • Knows the structure and operation of Hybrid Electric Vehicles, • Knows electric vehicle structures and types, • Knows the structure and operation of Battery Electric Vehicles
1.2	• Knows the types and systems of hybrid vehicles and the operation of these systems
1.3	• Knows the systems of electric vehicles and the operation of these systems, • Knows the types of high voltage security systems, • Knows the structure and operation of high voltage security systems
1.4	• Knows the types, structure and operation of electrical machines, • Explains the operation of the electrical machine
1.5	• Knows motor control systems, • Knows the types and operation of inverters, • Knows the types and operation of convertors
1.6	• High Voltage Batteries used in HEV and EV vehicles • Knows high voltage batteries in hybrid and electric vehicles
1.7	• List other systems in hybrid and electric vehicles, • Explain Air Conditioning, Brake, Steering and Thermal management systems, • Knows the operation of heat pumps and liquid cooling systems, • Knows how to steal heating/cooling systems in hybrid and electric vehicles.
Course Hours	
40 Hours	
Recommended Teaching/Learning Methods	
VR/AR Content	VR apps compatible with Meta Quest 3 VR glasses Mobile AR Application that reads QR Code or image Animation videos installed on the website
Recommended methods for trainers	
These applications and animations should be used by instructors as supporting material during the theoretical lesson to teach the course content.	

- Use general PowerPoint slides to teach theoretical content,
- Show the relevant video or animation provided on the educational portal to visualize the relevant topic presentation,
Or use VR applications by projecting them onto a screen or screen to show details to students,
- Students can use their VR glasses to see relevant VR applications to render these subjects as a 3D environment using VR glasses
- Or instructors can use VR applications with students via the Meta Quest 3 VR system to understand the subject in question as a 3D environment.

Learning methods for individual users

- First, watch the relevant videos or animations and understand the basics of the topics.
- Use your VR applications to animate these applications in a 3D environment
- Use with Meta Quest 3 VR glasses to see relevant VR applications
- These animations and S/AG applications can be found on the website <http://vrforev.org/> and can be downloaded for free.

Module Code: HEVS3

Module Title: Battery and Energy Storage Systems

Course Content

1. Energy Storage Systems

- 1.1. Chemical batteries
- 1.2. Super capacitors
- 1.3. Flywheels
- 1.4. Hydraulic systems

2. Battery Performance Characteristics

- 2.1. Capacity
- 2.2. Specific Power
- 2.3. Specific Energy
- 2.4. Energy Density
- 2.5. State of Charge-SoC
- 2.6. State of Function-SoF
- 2.7. Depth of Discharge-DoD
- 2.8. Cycle Life

3. High Voltage Battery Technology

- 3.1. Development and Types of Batteries
- 3.2. Lead-acid batteries
- 3.3. Nickel based batteries
- 3.4. Lithium based batteries
- 3.5. Sodium based batteries

4. Battery Architecture (Design)

- 4.1. Cell types
- 4.2. Package design
 - 4.2.1. Module-package model
 - 4.2.2. Cell-pack model

5. Battery Management Systems (BMS)

- 5.1. Structure (Master-Slave) Duties (Sensors)
- 5.2. Relays/Contactors and Precharge Circuit
- 5.3. Thermal systems (Heating-Cooling)

6. Battery Life

- 6.1. Battery Transportation Procedures
- 6.2. Thermal Runaway and Fire
- 6.3. Waste Management and Recycling

7. Battery Malfunctions and Maintenance

- 7.1. High voltage battery fault codes
- 7.2. Malfunctions caused by Mechanical, Thermal, Chemical degradation

8. Fuel Cells

- 8.1. FCEV
- 8.2. Hydrogen Fuel
- 8.3. Working Principles
- 8.4. Types

9. Charging Methods and Systems	
9.1. Charging Methods (AC, DC, Wireless, Battery Replacement)	
9.2. Charging Modes	
9.3. Charging Connectors	
9.4. Wireless Charging System	
Learning Outcomes	
1.1	At the end of this training, learners: - Knows energy storage systems and their types. - Knows chemical batteries, supercapacitors, flywheels and hydraulic systems
1.2	At the end of this training, learners: - Knows the performance characteristics of batteries, - Knows the basic concepts of capacity, specific power, specific energy, energy density, cycle life, state of charge, depth of discharge and state of health
1.3	- Knows the development of high voltage battery technology and battery types, - Knows lead-acid, nickel-based, lithium-based and sodium-based high voltage batteries.
1.4	- Knows battery architecture and design, - Knows battery cell types. - Makes the necessary calculations for battery pack design. - Have information about module-pack and cell-pack designs of the battery pack.
1.5	- Knows the structure and functions of battery management systems, - Knows the design grouping types of the electronic control unit (Master-Slave) in battery management systems. - Knows the relays/contactors and pre-charging circuits in battery management systems, - Knows the operation and types of thermal systems in battery packs.
1.6	- Knows the operations performed throughout the life of the battery. - Knows battery transportation processes and procedures. - Knows thermal runaway, fire and precautions in batteries - Knows the waste management and procedures of batteries. - Knows the recycling processes and procedures of batteries.
1.7	- Knows the malfunctions and error codes of batteries and systems, - Detects error codes of batteries and systems with the diagnostic device and performs maintenance and control operations.
1.8	- Knows fuel cell electric vehicle (FCEV) technology, - Knows the properties of hydrogen, its extraction and storage, - Knows the chemical reactions, operation and types of fuel cells.
1.9	- Knows charging modes and methods, - Knows charging connectors, - Knows the wireless charging method, - Performs electric vehicle charging.
Course Hours	
40 Hours	

Recommended Teaching/Learning Methods	
VR/AR Content	VR apps compatible with Meta Quest 3 VR glasses Mobile AR Application that reads QR Code or image Animation videos installed on the website
Recommended methods for trainers	
The applications and animations should be used by instructors as supporting material during the theoretical lesson to teach the course content. - Use general PowerPoint slides to teach theoretical content, - Show the relevant video or animation provided on the educational portal to visualize the relevant topic presentation, Or use VR applications by projecting them onto a screen or screen to show details to students, - Students can use their VR glasses to see relevant VR applications to render these subjects as a 3D environment using VR glasses - Or instructors can use VR applications with students via the Meta Quest 3 VR system to understand the subject in question as a 3D environment.	
Learning methods for individual users	
- First, watch the relevant videos or animations and understand the basics of the topics. - Use your VR applications to animate these applications in a 3D environment - Use with Meta Quest 3 VR glasses to see relevant VR applications - These animations and S/AG applications can be found on the website http://vrforev.org/ and can be downloaded for free.	

Module Code: HEVS4

Module Title: HEVs and EVs Diagnostic

Course Content
1. EV/HEV Vehicle Service Procedures 1.1. Vehicle service acceptance procedure 1.2. Fault diagnosis, detection, reporting 1.3. Workshop Protective Equipment - signaling,- locking 1.4. Measuring Instruments and Diagnostic Devices 1.5. Technical documents (Catalogue, etc.) 1.6. EV/HEV special workshop equipment 1.7. EV/HEV fault codes (DTC) 1.8. Normal maintenance and repair 1.9. Damaged vehicle operations 2. De-electrification Procedures for EV/HEV vehicles 2.1. Removing the power cut service socket 2.2. Locking against re-closing 2.3. Voltage measurement 3. EV/HEV electric motor fault codes and tests 3.1. Determination of fault codes 3.2. High voltage test 3.3. Insulation test 3.4. Equipotential equalization-Grounding test 3.5. Resistance measurement 4. EV/HEV Inverter - Converter fault codes and tests 4.1. Determination of fault codes 4.2. High voltage test 4.3. Insulation test 4.4. Equipotential equalization-Grounding test 5. EV/HEV Air conditioning compressor fault codes tests 5.1. Determination of fault codes 5.2. High voltage test 5.3. Insulation test 5.4. Equipotential equalization-Grounding test 6. EV/HEV vehicle charging system (O.B.C) fault codes and tests 6.1. Determination of fault codes 6.2. High voltage test 6.3. Insulation test 6.4. Equipotential equalization-Grounding test 7. EV/HEV HV cable fault codes and tests 7.1. Continuity check 7.2. Insulation checks 8. HV Battery fault codes and tests 8.1. Battery fault codes and tests 8.2. Battery Thermal runaway test 8.3. Module balancing

8.4. SOC, SOH, DoD parameters.

9. Activating the High Voltage System After Repair

9.1. Installation of high voltage elements

9.2. Service socket installation

9.3. Commissioning the service battery

10. Roadside Assistance Services

10.1. Towing Services

10.2. Emergency Response

10.3. Vehicle Fires

11. Advanced Driving Support Systems and Autonomous Driving

11.1. ADAS Sensor Calibration

11.2. Cloud Systems and OTA

Learning Outcomes

	At the end of this training, learners: • Performs the service acceptance procedures of electric and hybrid vehicles. • Takes the electric and hybrid vehicle into service, applies PPE and Environmental Protective Equipment with signalling processes, and makes the vehicle safe for operation. • Knows how to use the diagnostic device • Reads high voltage systems error codes from the diagnostic device. • Knows how to read vehicle technical documents (catalogue) • Recognizes and uses measuring instruments used in low and high voltage measurement.
4.1	
4.2	• Knows and practically applies diagnostic and troubleshooting procedures on H/E vehicles. • Knows how to delete faults in ECU memory and introduce parts to ECU • Can use diagnostic devices at full capacity with their advanced functions
4.3	• Reads electric motor fault codes • Measures high voltage • Performs insulation tests • Performs equipotential equalization-Grounding test • Measures resistance
4.4	• Inverter-Converter fault codes with diagnostic devices • Performs Inverter-Converter tests.
4.5	• Knows the elements of electric vehicle air conditioning system • Reads air conditioning compressor fault codes with diagnostic devices. • Performs air conditioning compressor malfunction tests.
4.6	• Reads vehicle charging system (OBC) fault codes with diagnostic devices • Performs vehicle charging system (OBC) tests.
4.7	• High Voltage (HV) with diagnostic devices. Diagnoses cable faults • HV. It checks the continuity of the cables. • HV. Performs insulation checks on cables
4.8	• Reads battery fault codes with diagnostic devices

	• Knows the meaning of SOC, SOH, DoD parameters • Performs battery tests. • Knows battery thermal runaways. • Knows how to change modules • Knows the module balancing process • Knows battery leakage tests after repair
4.9	• Activates the high voltage system after repair.
4.10	• Knows how to transport electric vehicles with a tow truck. • Knows how to intervene in a vehicle stranded on the road. • Knows how to intervene in battery fires
4.11	• Reads autonomous vehicle fault codes with diagnostic devices • Uses ADAS calibration device • Performs ADAS calibration
Course Hours	
40 Hours	
Recommended Teaching/Learning Methods	
VR/AR Content	VR apps compatible with Meta Quest 3 VR glasses Mobile AR Application that reads QR Code or image Animation videos installed on the website
Recommended methods for trainers	
These applications and animations should be used by instructors as supporting material during the theoretical lesson to teach the course content. - Use general PowerPoint slides to teach theoretical content, - Show the relevant video or animation provided on the educational portal to visualize the relevant topic presentation, - Or use VR applications by projecting them onto a screen or screen to show details to students, - Students can use their VR glasses to see relevant VR applications to render these subjects as a 3D environment using VR glasses - Or instructors can use VR applications with students via the Meta Quest 3 VR system to understand the subject in question as a 3D environment.	
Learning methods for individual users	
- First, watch the relevant videos or animations and understand the basics of the topics. - Use your VR applications to animate these applications in a 3D environment - Use with Meta Quest 3 VR glasses to see relevant VR applications - These animations and S/AG applications can be found on the website http://vrforev.org/ and can be downloaded for free.	