

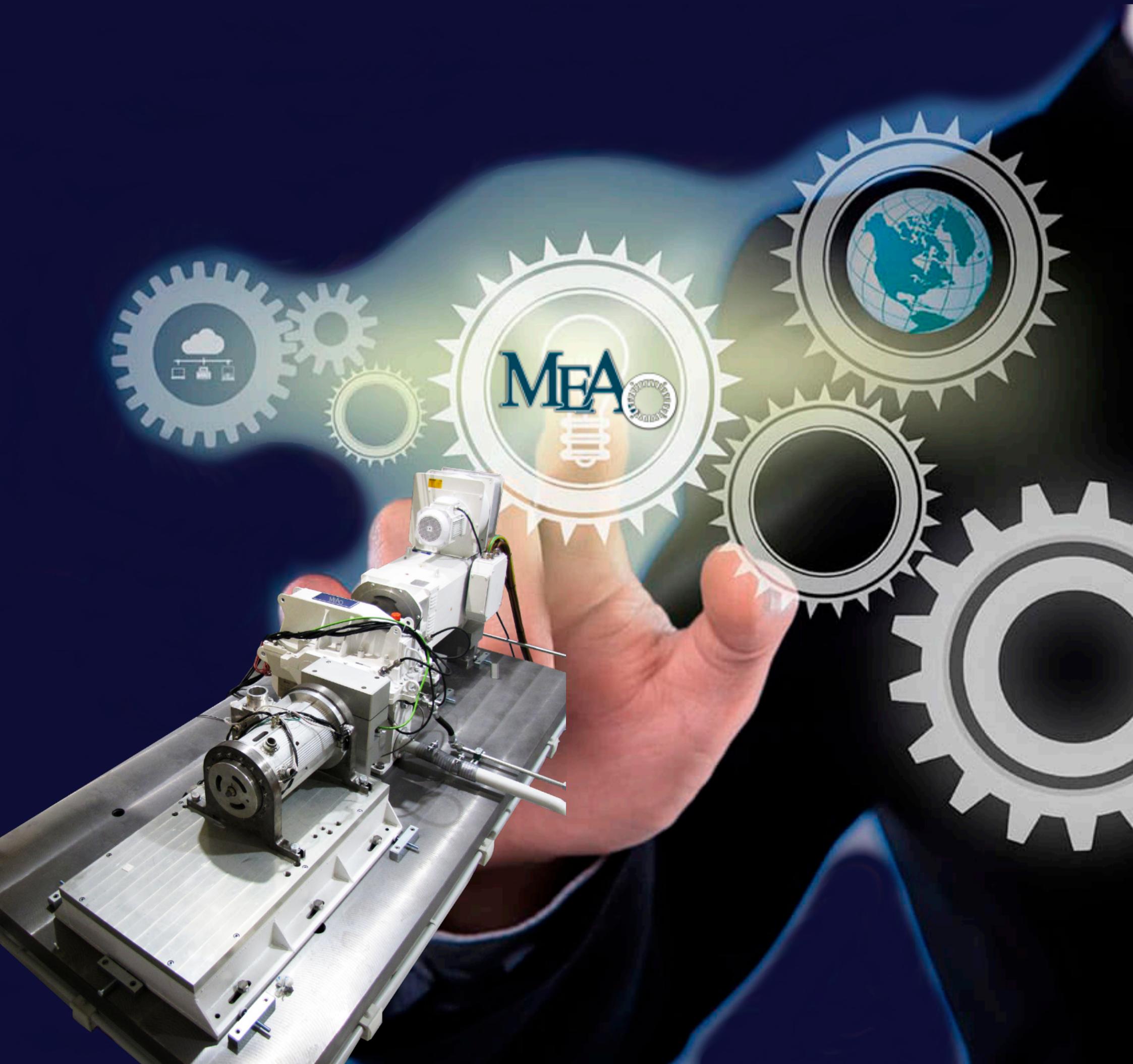


Experience Leading the Future



## Inovativní technologie pro motory, elektromobily, trakční vozidla a pomocné pohony

Řešení dynamometrů pro výzkum a vývoj, výrobní testování i ověřování kvality



# MEA TESTING SYSTEMS LTD.



**Společnost MEA (motor experts association)** – patří mezi významné světové společnosti v oblasti vývoje nových řešení, přístrojů a simulací pro elektrická vozidla, trakce, letectví, mikro pohony, servopohony, převodovky a energetiku. Naše produkty vychází z mezinárodně ověřených vědeckých řešení a jsou vytvářeny v úzké spolupráci s našimi zákazníky.

**Využití naší patentované metody "MEA IDS,"** MEA vás posune o krok před ostatní konkurenty v oboru. Připravili jsme unikátní kombinovaná řešení výrazně převyšující podobné produkty. Naše řešení propojují tradiční metody měření pomocí dynamometrů s novými mimořádnými dynamickými a statickými možnostmi. Našich znalostí a zkušeností využíváme pro přesná zákaznická řešení ušitá na míru.

**Naše nabídka komplexních služeb** zahrnuje projektové poradenství, řešení přizpůsobená konkrétním potřebám zákazníka, zapojení specialistů z více oborů, software, systémovou integraci, interní testování a smluvní měření.

**Naší filosofií je orientace na potřebu,** zákazníka propojená s využitím našich mezinárodních zkušeností a cílená na společně sdílený úspěch.



- MEA byla založena v roce 1998, jako tým inženýrů vedený Aaronem Cohenem s jasou vizí vývoje nových a unikátních metod v oblasti dynamometrů.
- Patenty z oblasti setrvačníkových dynamometrů
- CE a ISO 9001 certifikace



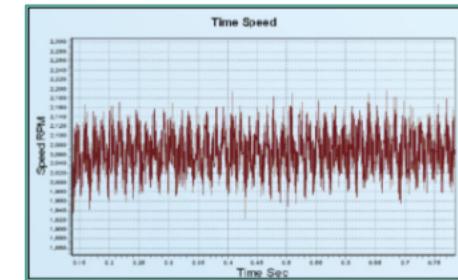
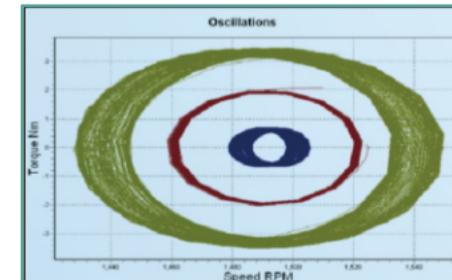
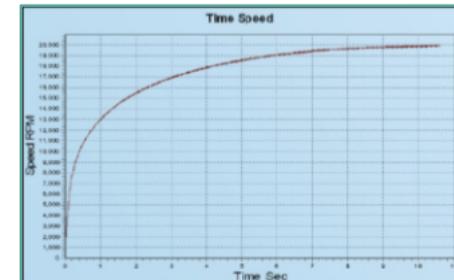
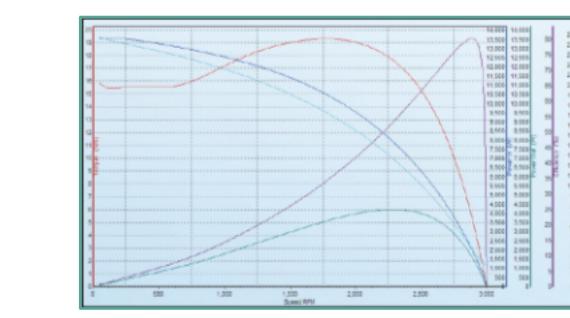
Certifikát ISO 9001-2015



Doporučení SII – The Standards Institution of Israel



Článek v předním německém časopise Quality Eng.



Příklady zpracování výsledků testů

Speed (RPM)	Torque (Nm)	P In (W)	P Out (W)	Efficiency (%)	Power Factor ()	Speed Volt (V)	Current L1 (A)	Current L2 (A)	Current L3 (A)
31.000	29.011	6897.942	94.215	1.407	0.751	401.341	12.952	11.912	12.422
81.000	28.898	6855.852	245.196	3.684	0.762	403.156	12.300	11.784	12.198
131.000	28.946	6847.476	5.975	0.779	405.063	12.019	11.672	11.973	
181.000	28.951	6823.389	548.904	2.837	0.793	406.849	11.754	11.567	11.751
231.000	28.955	6809.202	7.144	0.802	0.794	408.645	11.507	11.400	11.532
281.000	28.365	6795.729	654.359	0.719	0.811	409.550	11.179	11.115	11.286
331.000	28.600	6301.740	1629.321	16.252	0.816	410.378	10.578	10.084	11.066
381.000	28.795	6139.030	1189.125	19.370	0.816	410.958	10.568	10.533	10.667
431.000	29.986	5952.942	1353.695	22.742	0.819	411.046	10.223	10.174	10.292
481.000	30.157	5744.413	1519.463	26.451	0.821	411.019	9.856	9.782	9.881
531.000	30.207	5509.128	1610.230	30.496	0.823	410.967	9.424	9.353	9.436
581.000	30.009	5243.076	1626.363	34.894	0.826	410.691	8.932	8.879	8.947
631.000	29.489	4941.682	1949.178	39.444	0.830	410.544	8.377	8.350	8.406
681.000	28.111	4995.242	2046.122	44.448	0.834	410.402	7.787	7.754	7.806
731.000	27.373	4931.581	2036.034	44.544	0.834	410.654	7.263	7.162	7.147
781.000	26.495	4723.743	2004.972	55.990	0.826	410.929	6.222	6.222	6.224
831.000	22.600	3118.958	1967.367	61.827	0.809	411.329	5.538	5.511	5.629
881.000	18.455	2530.950	1703.164	67.889	0.767	411.717	4.641	4.608	4.716
931.000	12.933	1719.076	1261.276	72.826	0.671	411.927	3.642	3.622	3.736
961.000	4.427	746.956	454.957	60.541	0.378	411.705	2.774	2.749	2.860

## RDS – REGENERAČNÍ DYNAMOMETRICKÉ SYSTÉMY

*Pro elektrické motory a kombinované pohony v laboratořích, výrobě a kontrole kvality.*

*Ideální pro elektrická vozidla, letectví, kosmonautiku, civilní i vojenské aplikace, vědu a výzkum*

### Přehled

Řešení RDS střídavých dynamometrů společnosti MEA jsou určena pro čtyř kvadrantní provoz s možností regenerace získané energie a pro simulaci zátěže v širokém rozsahu otáček. Jsou dodávána jako úplné funkční sestavy splňující mezinárodní a národní normy pro pohony (IEC60034-2-1, CSA C390, IS 12615, IEEE 112).

RDS dynamometry poskytují výhodu rekuperace energie, prostřednictvím výkonové sběrnice mohou výrazně redukovat spotřebu v aplikacích, kde se střídavý dynamometr používá pro pohon i brzdění.

### Vlastnosti

- Vektorové řízení (FOC) s uzavřenou smyčkou a automatickou samoregulací pohonu.
- Řízené a stabilizované stejnosměrné napájení frekvenčního měniče, zajišťující stabilní řízení točivého momentu nebo otáček s vysokou přesností.
- Komplexní řízený systém, který zahrnuje PC, OPLC, rekuperační jednotky a měniče – to vše vzájemně propojené rychlou a spolehlivou datovou komunikací PROFINET.
- Nasazení střídavých servomotorů s malým momentem setrvačnosti, umožňuje vynikající, rychlou a přesnou dynamickou odezvu ve všech rozsazích točivého momentu a otáček.



**RDS**

## IDS – SETRVAČNÍKOVE DYNAMOMETRICKÉ SYSTÉMY

*Pro elektrické motory a kombinované pohony v laboratořích, výrobě a kontrole kvality.*

*Ideální pro elektrická vozidla, letectví, kosmonautiku, civilní i vojenské aplikace, vědu a výzkum*

### Přehled

Motor zrychlí z 0 na plnou rychlosť s připojenou zátěží (akcelerace) po odpojení motoru se nechá setrvačník doběhnout (decelerace). Zátěží je moment setrvačnosti rotoru motoru a připojeného setrvačníku. Z časového průběhu jsou měřicím systémem určovány kompletní výkony motoru a další dynamické parametry, jako je zvlnění točivého momentu, parazitní momenty, sedla a zpětné EMC. Protože celá doba měření je velmi krátká (doba zrychlení), nemá motor čas se zahřát. Tímto způsobem je zajištěno, že charakteristiky motoru jsou zjištovány při konstantní a předem definované teplotě.



**IDS**

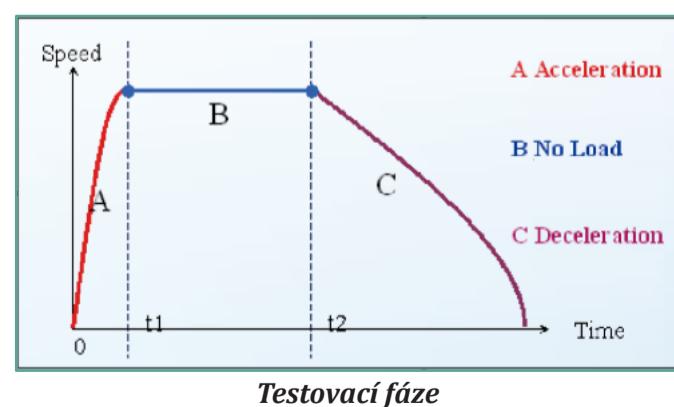
### Možnosti měření

#### Statické charakteristiky:

- Příkon - otáčky
- Výkon - otáčky
- Účinnost - otáčky
- Točivý moment - otáčky
- Mechanické ztráty - otáčky
- Napětí - otáčky
- Proud - otáčky
- Proud - točivý moment
- Zpětná EMC během decelerace
- Směr otáčení
- Teplota statoru
- Výkon a teplota
- Určení setrvačnosti rotoru
- Zátěžové charakteristiky

#### Dynamické charakteristiky:

- Otáčky - doba akcelerace
- Točivý moment - čas
- Nevývaha
- Točivý moment vs. oscilace rychlosti
- Spektrum oscilací momentu
- Spektrum oscilací rychlosti
- Integrál oscilací
- Spektrum mechanických ztrát
- Velikost a pozice špiček momentu

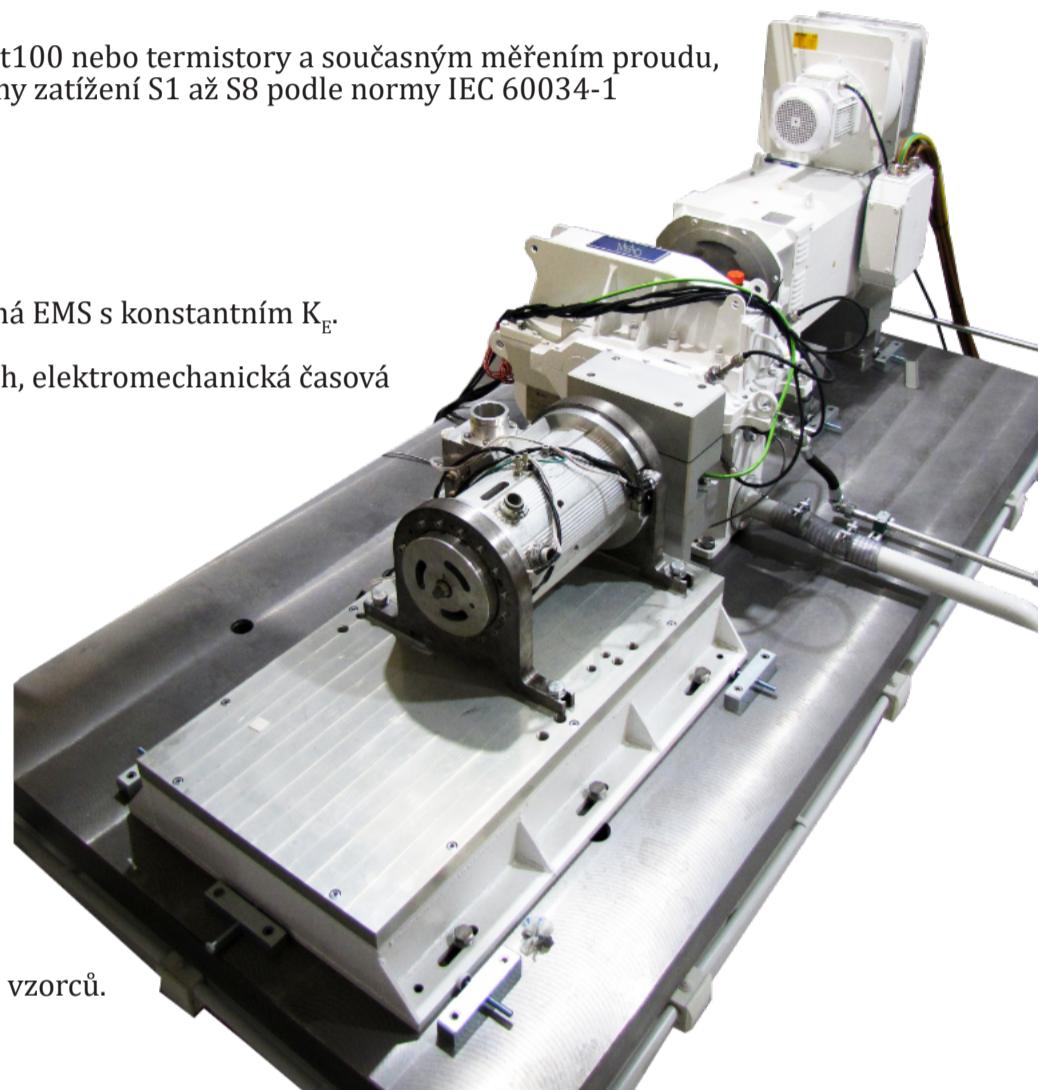


**Testovací fáze**

## ELEKTROMOBILY A LETADLA – TESTY A MOŽNOSTI

### STANDARD TESTS

- Kompletní testy v režimu motoru i generátoru (testování motorů a startovacích generátorů v parametrech: točivý moment, otáčky, proud, příkon, výkon, účinnost).
- Zkoušky oteplení stroje s měřením teploty termočlánky, Pt100 nebo termistory a současným měřením proudu, napětí, otáček, točivého momentu, příkonu a výkonu. Druhy zatížení S1 až S8 podle normy IEC 60034-1 Elektrické točivé stroje.
- Třídy účinnosti a účinnostní mapy pohonu.
- Řízení smyčkou podle otáček a proudu.
- Měření zpětné EMS – RMS, Open circuit zpětná EMS, zpětná EMS s konstantním  $K_E$ .
- Zvlnění točivého momentu na nízkých a vysokých otáčkách, elektromechanická časová konstanta.
- Zobrazování rozsahů otáček a točivého momentu.
- Decerelační test (výpočet momentu setrvačnosti).
- "Zubovitost" průběhu točivého momentu.
- Točivý moment, otáčky a harmonické frekvence proudu (včetně spektra FFT).
- Tření a otáčky, třecí moment, spektrum.
- Výkon v závislosti na napětí, měření indukčnosti.
- Vícenásobná zpětná vazba (napětí, otáčky, točivý moment).
- Zobrazení pomocí předem definovaných tabulek (Excel) a vzorců.
- NVH testy (hluk, vibrace, drsnost chodu).
- Dynamické testování akcelerace a decelerace motorů pro elektromobily, bez připojené mechanické zátěže (MEA IDS patent) zahrnující měření zvlnění, točivého momentu, třecího momentu, spektra tření, rychlosti i točivého momentu a zpětnou EMS .
- Simulace provozu motoru elektromobilu v jízdní zátěži (Road load, Drive cycle simulation) umožňující získávat údaje o krouticím momentu a rychlosti při simulované jízdě vozidla ve sklonu silnice, prokluzu kola, změnách adheze kola s povrchem, zrychlení, brzdění a změnách jízdy vozidla.



**RDS řešení pro elektromobility**

### ELEKTROMOBILY A LETECTVÍ - MOŽNOSTI

- Simulace obousměrného bateriového nabíjení až do 1200V/ 1000A. Systém testování motoru zahrnuje i vysokokapacitní výstupní filtr umožňující testování simulovaných napěťových stavů baterie – řízení napětí, stav nabité, stav vybití a to jak v jednoduché tak i pokročilé simulaci.
- Testování baterií v obousměrných proudových režimech – řízení proudu I+, I-, řídicí módy nabíjení – konstantní výkon, konstantní proud, konstantní napětí.
- Hardware in the loop (HIL) - elektronická simulace elektromechanického prostředí s možností nastavit prostřednictvím komunikace CAN bus požadované simulační sekvence.
- Aplikace MUT (motor under test) ve které jako testovaný motor může být vybrán typ BLDC, PMSM nebo další. MUT může být řízen komunikačním protokolem (např. CAN bus), pulsně šířkovou modulací nebo analogově.

## ELEKTRICKÁ VOZIDLA (EV) – MOŽNOSTI TESTOVÁNÍ

### Testování a simulace elektromobilů

#### Systémy MEA pro elektrická vozidla a trakční motory nabízí:

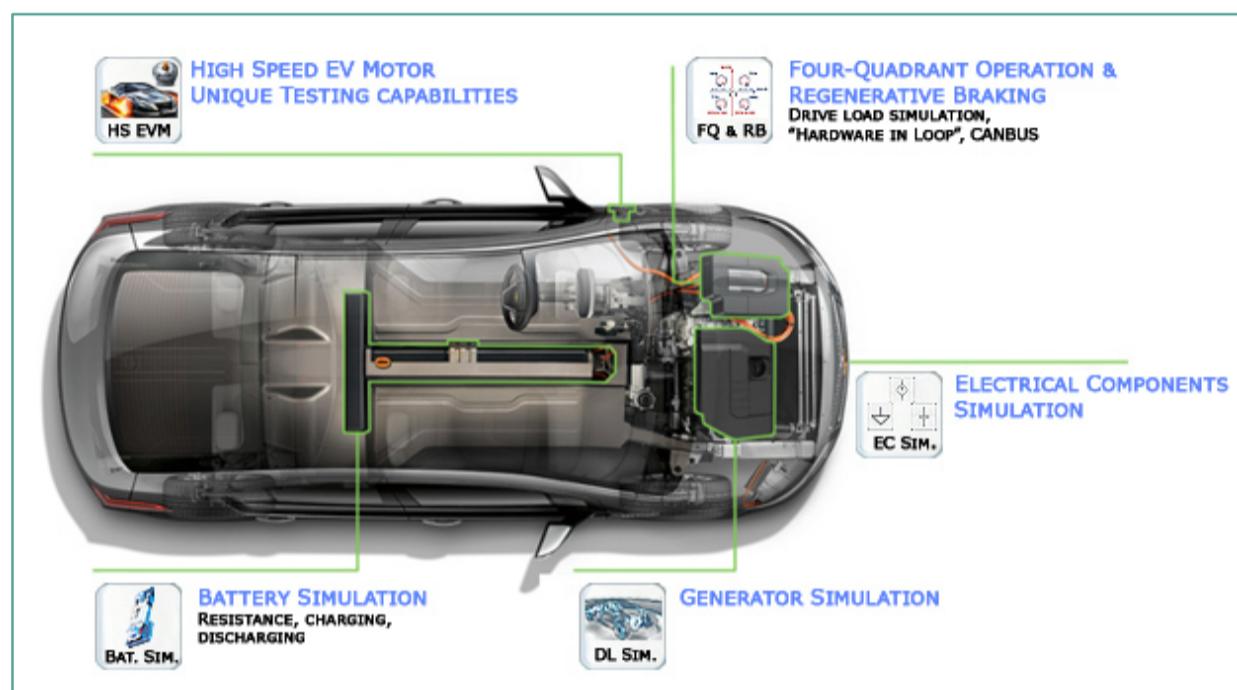
Testovací systém pro čtyř kvadrantový a regenerační provoz a pro simulace s možnostmi testování vysokorychlostních motorů a hnacích ústrojí elektrických vozidel (EV) s vysokým točivým momentem, určený pro laboratorní testy, testy odolnosti a výstupní kontrolu.

MEA Regenerační čtyř kvadrantové testovací stolice a simulace pro EV vás podporují při vývoji elektromotorů a pohonné jednotek EV, což vám dává možnost analyzovat koncepci systému a komponenty systému za podmínek vysokého výkonu, vysokého točivého momentu a velmi vysokých otáček.

Systémy MEA testují jednotlivé komponenty, jako jsou e-motory, e-měniče/ovladače, baterie a výkonovou elektroniku, s ohledem na jejich výkon, teplotu, chování a trvanlivost NVH parametrů.

Zkušební systém je také možné použít pro rutinní testy výkonu, životnosti a zátěžové testy stejně jako pro další zákaznické vývojové a výzkumné testy motoru nebo řadiče motoru.

#### Systém MEA pro testování hnacích ústrojí zahrnuje:



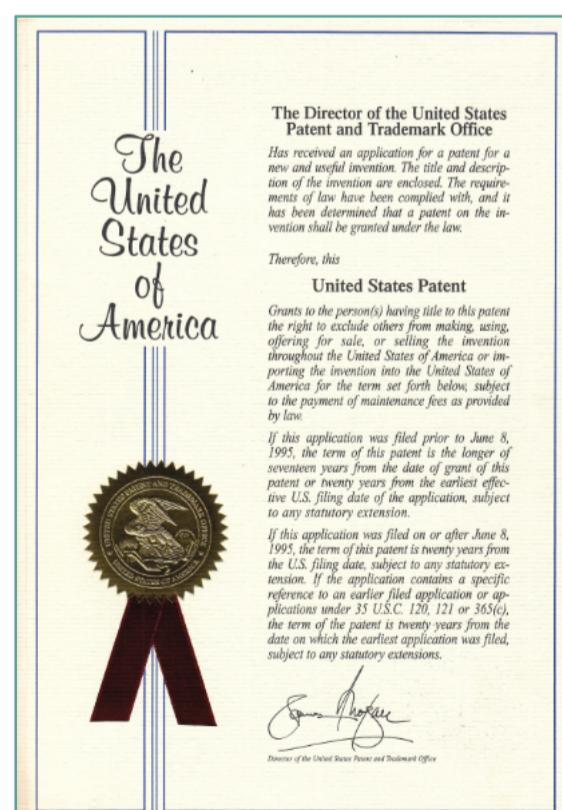
Plně integrované modulární systémy s integrovaným simulačním systémem pro hardware HiL využívajícím technologii INTECH OrangeHiL pro testování jednotlivých řídicích jednotek (ECU) a integrovaných sítí, včetně simulace v reálném čase a automatizace testů.

Systém hnacího ústrojí EV je schopen testovat: motor a převodovku s redukcí z hlediska tuhosti, hysterezních ztrát, přesnosti úhlu přenosu, vůle, účinnosti převodovky, točivého momentu při rozbehu a bez zátěže, tření, spektra rychlosti a točivého momentu, torzní tuhosti, rozbehu převodovky a točivého momentu při zátěži. Je určen pro přední, zadní i náhon i náhon všech čtyř kol.



*Sestava regenerativního dynamometru pro EV*

### VÝHODY UNIKÁTNÍHO ŘEŠENÍ MEA PRO EV



Mezinárodní patent MEA vydaný v USA

Setrvačníkový dynamometr IDS je jedinečné patentované řešení, které umožňuje zákazníkům MEA komplexně analyzovat dynamické schopnosti motoru a hnacího ústrojí během zrychlení a zpomalení.

IDS poskytuje skutečný dynamický výkon motoru zjištěný během akcelerace se zatížením setrvačníkem bez jakékoliv další mechanické zátěže. Na požadání můžeme přidat určité předdefinované zatížení, abychom simulovali zrychlení za podmínek zatížení. To je velmi důležité, zejména pro aplikace v oblasti EV.

Systém IDS testuje plný výkon motoru (včetně točivého momentu, otáček, příkonu, výstupního výkonu, účinnosti) od startu až po volnoběh, během zrychlení a zpomalení motoru.

Systém IDS zjišťuje i další parametry - třecí moment v motoru, zpětné EMS, spektrum tření, momentové spektrum a úroveň zubovitosti momentu u DC motorů s permanentními magnety (PM).

Při testování motorů elektromobilů používá většina zákazníků MEA dynamometr IDS s přídavným setrvačníkem na hřídeli motoru, odpovídajícím celkové setrvačné zátěži motoru v elektromobilu. Tímto postupem zjistíme přesné dynamické chování motoru při akceleraci.

Další výhodou, kterou mají zákazníci MEA EV při používání systému RDS v kombinaci s IDS, je to, že vidí chování motoru při jeho akceleraci s definovaným zatížením. Jedná se o unikátní vlastnost systémů MEA s kombinací setrvačníkového dynamometru IDS.

## APLIKACE

### ELEKTROMOBILY, LETECTVÍ A KOSMONAUTIKA

Aplikace pro elektromobily a letectví jsou extrémní výzvou z hlediska vysokých požadavků na rychlosť, rozsahu výkonů a točivých momentů, teplotní zátěže, kompaktnosti a robustnosti konstrukce a širokou možností přizpůsobení zákaznickým požadavkům.

Čtyř kvadrantové regenerační testovací stolice a simulace MEA pro EV a Aerospace vám pomohou, při vývoji elektromotorů a hnacích ústrojí EV a leteckých motorů s vysokým točivým momentem a nízkou hmotností, především svou schopností analyzovat chování pohonného systému a jeho komponent v podmírkách vysokého výkonu, vysokého točivého momentu a velmi vysokých otáček.

Patentovaná řešení MEA IDS poskytují pro vaši vývojovou práci rychlé výsledky dynamických a statických testů, se širším pohledem na celkové vlastnosti a charakteristiky motoru.

Systémy MEA testují také jednotlivé komponenty, jako jsou e-motory, e-měniče, baterie a výkonová elektronika, s ohledem na jejich výkon, teplotu, NVH vlastnosti a životnost.

Zkušební stolice se používají také pro rutinní testy výkonu, životnosti a zátěže stejně jako pro další zákaznické vývojové testy, jako je testování výkonu motoru nebo ovladače motoru a procesy výzkumu a vývoje.

Systémová integrace může být provedena také se simulačním systémem pro hardware - HiL.

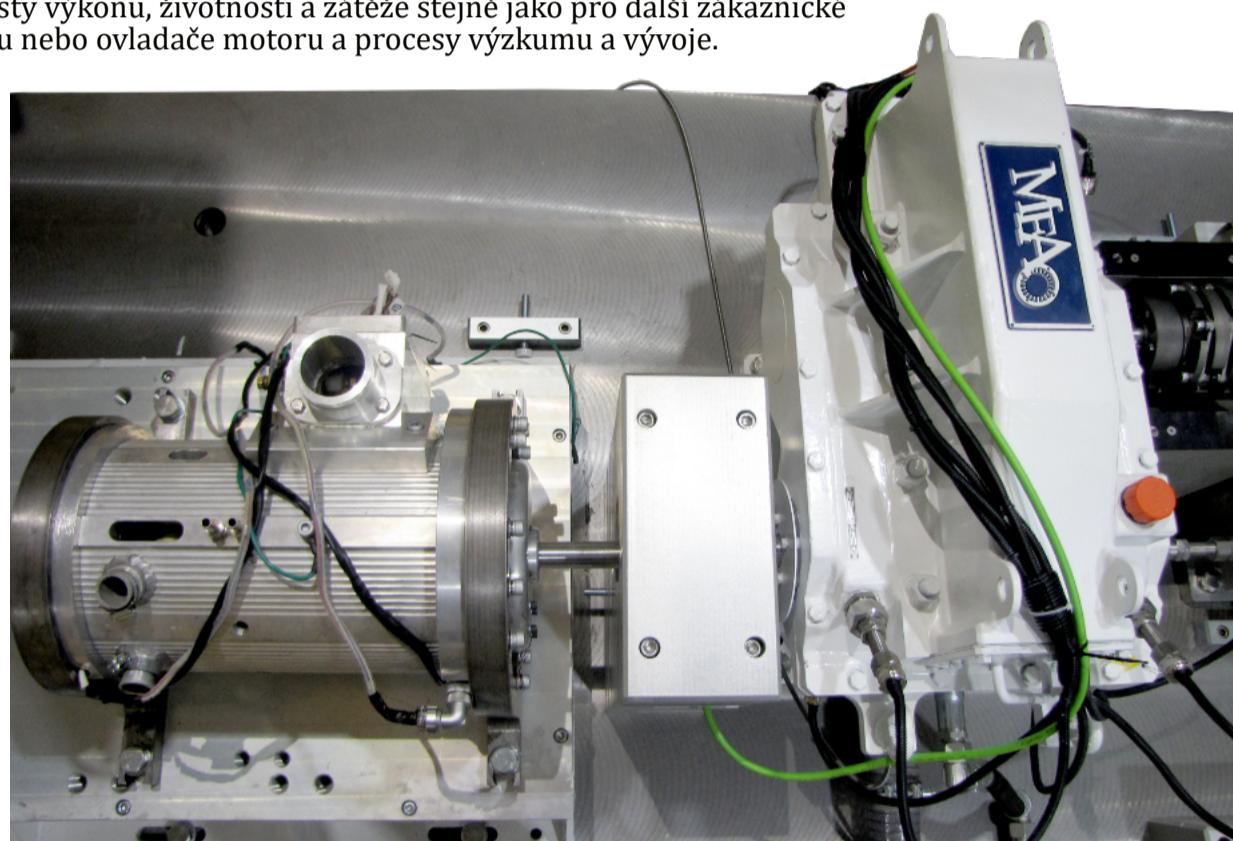
#### EV 4-WHEELER - POHONY PRO VŠECHNA KOLA

Fotografie vpravo zachycuje zkušební stolici MEA elektro EV a trakční pohony. Tato sestava umožňuje testovat motory s maximem výkonu 200 kW na 24 tis. otáček a 100 kW na 36 tis. otáček.

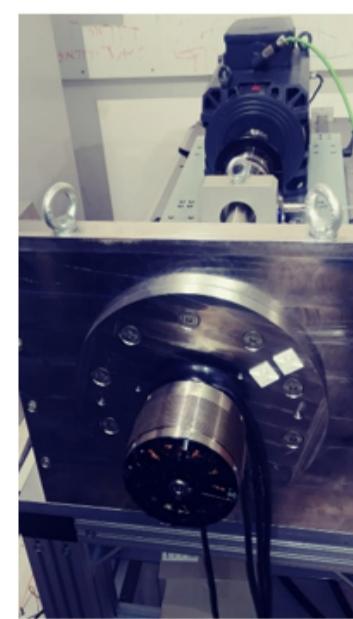
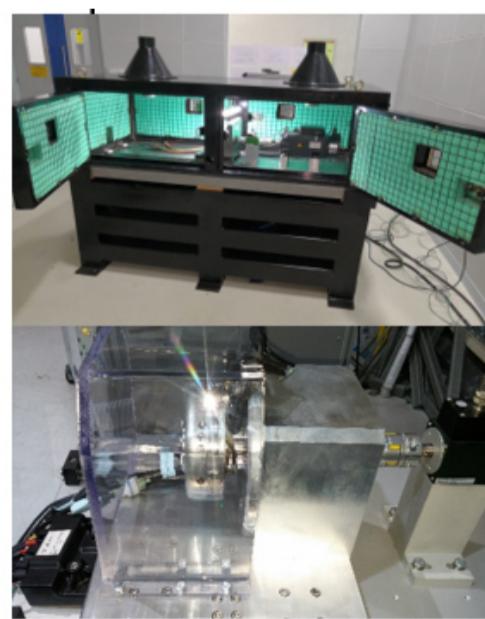
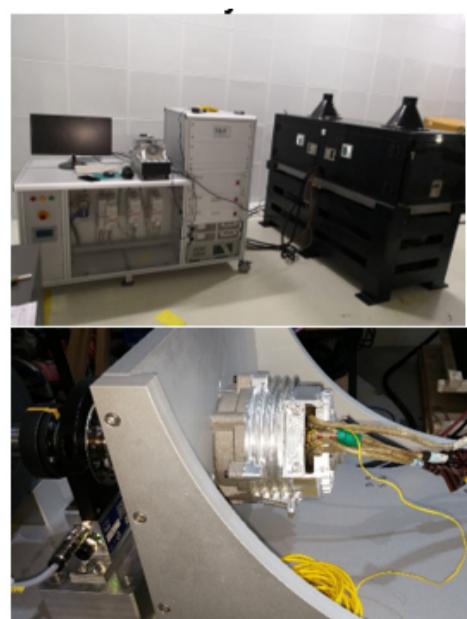
Zkušební stolice řady MEA EV-4 Wheeler jsou schopné testovat motory až do 700 kW s maximem napájení až 1200V / 1000A.

#### EV 2-WHEELER - POHONY PRO JEDNU NÁPRAVU

Testovací dynamometr MEA EV-2 pro motocyklové motory je určen pro testy odolnosti, standardní testy výkonu a testy simulace stavu vozovky u elektrického motocyklu a elektrického skútru. Systémy jsou navrženy pro hodnocení různých typů motorů s rozsahem až 50 kW a až 80 V a maximálními otáčkami až 15 000 ot. / min. Motory jsou poháněny příslušným řadičem s různými typy komunikačních protokolů (CAN, LIN, A / D, FlexRay, Speedgoat, Modbus atd.)



**Ukázka zkušební stolice EV-4 pro max. 200 kW a 24 tis. otáček a pro 100 kW při 36 tis. otáček**



**Zkušební stolice EV- 2 v sestavě s klimatickou komorou**

## LETADLA S ELEKTRICKÝM POHONEM

### Testování a simulace provozu elektrických motorů v letadlech

Testovací systém pro elektromotory slouží k testování různých elektrických prvků a motorů v laboratorním prostředí a simulaci reálných podmínek jejich konečných aplikací v letovém provozu. Mezi aplikace patří mimo jiné elektrická letadla, pohonné ventilátory a drony.

Všechny aplikace testované tímto systémem představují unikátní lehké motory a ovladače s vysokým točivým momentem a vysokými otáčkami.

Testovací systém MEA Aerospace se skládá z:

- Zátěžového motoru s minimálním momentem setrvačnosti.
- Simulace zatížení ventilátoru za různých statických a dynamických podmínek.
- Chladicí jednotky pro chlazení testovaného motoru.
- Velmi rychlého integrovaného startér – generátor ISG.
- Systémové integrace zahrnující i simulaci hardwarových prvků HiL.
- Simulace prvků HiL zahrnující řízení přídového kola.
- Rozsah testování až do 700 kW s maximem DC napájení 1200 V / 1000 A.

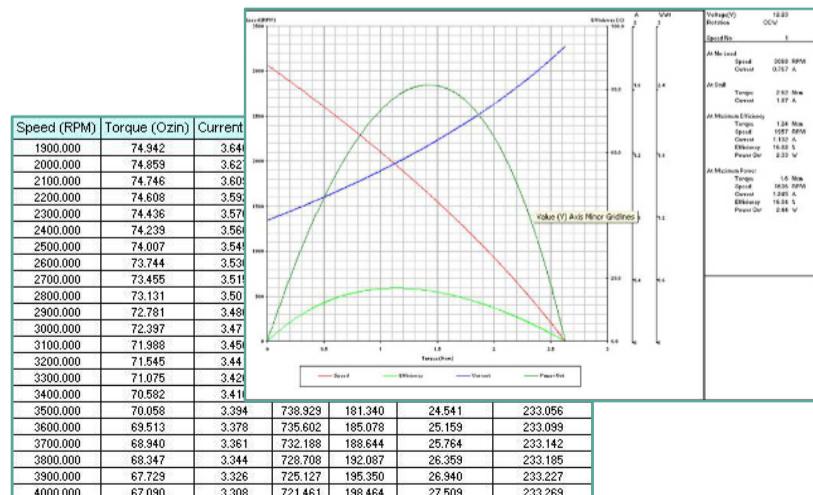


Příklad uspořádání zkušební stolice pro motory 1-140 kW

Fotografie vpravo představuje sestavu laboratorního testovacího systému s rozsahem od 1 kW do 140 kW.

Systémy simulace baterií jsou určeny pro obousměrné napájení až do 1200 V / 1000 A.

Aplikace, ve kterých jako testovaný motor MUT (motor under test) může být vybrán typ BLDC, PMSM nebo další. MUT může být řízen komunikačním protokolem (např. CAN bus), pulsně šířkovou modulací nebo analogově.



Ukázka systému pro testování leteckých motorů

## ENERGETICKÁ ÚČINNOST

### Testovací systém MEA pro účinnost elektrických strojů

Automatický testovací systém MEA je komplexní sestava zajišťující měření energetické účinnosti elektrických strojů podle IEC 60034-2-1 obdobných světových standardů (IEC112-2004, CSA C390-10, IS 12615).

**IEC-60034-2-1 Standard:** Měření využívá postup pro určení účinnosti součtem dílčích ztrát v motoru podle ČSN IEC -60034-2-1.

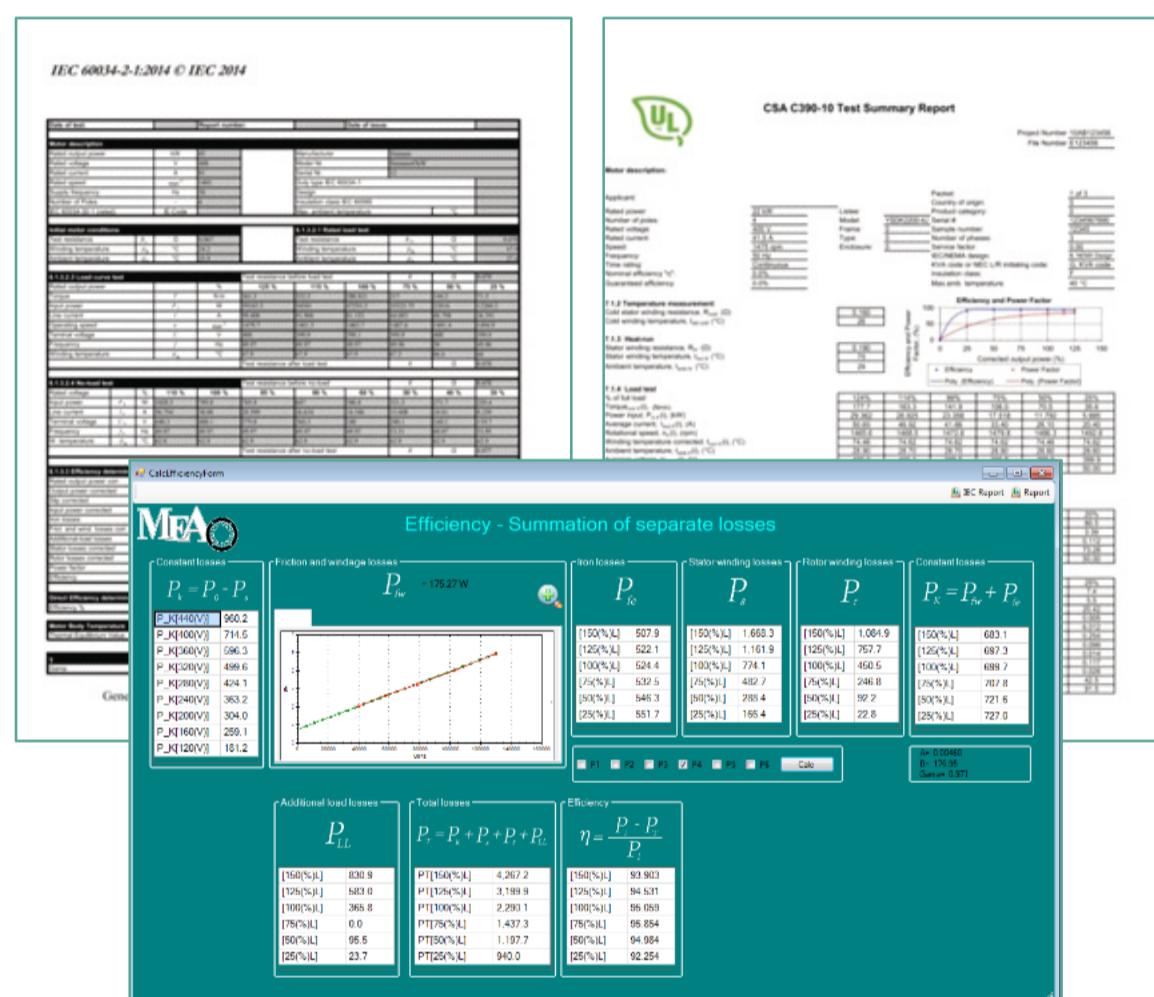
Je to testovací metoda, při které je účinnost stanovena součtem dílčích ztrát, výpočtem příslušných složek ztrát a určením účinnosti z celkových ztrát, což zahrnuje:

- Ztráty v železe.
- Ventilační ztráty a ztráty třením.
- Ztráty v mědi statoru a rotoru.
- Přídavné ztráty při zatížení.
- Výpočet celkových ztrát.
- Výpočet účinnosti.
- Určení třídy účinnosti.

Systém zahrnuje i další potřebná měření:

- Přímé měření účinnosti
- Měření teplot motoru a okolí.
- Měření odporu vinutí.
- Momentová charakteristika .
- Zatěžovací charakteristika naprázdno s řízením napájecího napětí.
- Točivý moment, otáčky, proud, napětí, účinnost, příkon, výkon, účiník .

### Oficiálně uznáno pro IEC/UL/CSA laboratoře



Příklady zprávy z testu



Sestava do 50 kW



Sestava do 200 kW



Sestava do 500 kW

## VÝSTUPNÍ KONTROLA (EOL)

### Výstupní kontrola pro střídavé, stejnosměrné kartáčové i bezkartáčové motory

MEA dodává tři typy systémů pro výstupní kontrolu:

- Setrvačníkový dynamometr podle patentu MEA (IDS)
- MEA CMM-PI Kalibrované matematické modelování – identifikace parametrů
- Standardní zátěžový systém s hodnocením vyhověl/ nevyhověl.

#### MEA IDS

Patentované řešení setrvačníkového dynamometru MEA (MEA IDS) je často jediným použitelným řešením tam, kde nasazení konvenčního dynamometru nevyhovuje nebo je neproveditelné z důvodu časové náročnosti, nákladů a složitého nastavování.



Zařízení IDS jsou ideálním testovacím řešením pro každý typ elektrického motoru poskytujícím skutečná měření výkonu motoru bez použití modelování. Díky velmi rychlému testovacímu cyklu (méně než 5 s) a přesnosti zařízení MEA Inertial Dynamometer jsme mohli vyvinout naše systémy MotorLine, abychom splnili požadavky testování všech 100% motorů na montážní / výrobní lince.

Použitelný rozsah otáček motorů je téměř bez limitu (5-160 000 otáček/min.).

Dodaná sestava IDS EOL může být řešena jako ručně nebo plně automaticky ovládaná.



Testovací systém je určen pro následující testy všech druhů motorů:

- Plná zátěžová křivka od zastaveného motoru až po plnou rychlosť, vysoké napětí, izolace, spojení ochranného vodiče, NVH vlastnosti, zubovitost a zvlnění točivého momentu, tření, zpětná EMS.



#### MEA KALIBROVANÝ MATEMATICKÝ MODEL CMM-PI

Modelová testovací procedura je založena na měření napětí a proudu motoru.

- Není potřeba žádná zátěž motoru.
- Nejsou požadovány sensory pro motory s permanentními magnety.
- Kompletní test už za několik sekund běhu.
- Měření všech motorových charakteristik.
- Zatěžovací křivka z rozběhu do plného výkonu bez připojení k externí zátěži a bez přídavných sensorů otáček s měřením točivého momentu, otáček, proudu, napětí, příkonu, výkonu a účinnosti).
- Způsob provádění kusových testů kvality bez výrazného zpomalení linky (až 10 motorů během jedné minuty) pomáhá snižovat náklady na vadné výrobky.
- Výsledky v reálném čase.
- Třecí moment, tření a výkon motoru.
- Možnosti testů dielektrické pevnosti: AC, DC, HIPOT (VN test) a izolační odporník.
- Jediný měřicí systém s rozsáhlou možností nastavení pro různé typy motorů.
- Snadné a nenákladné přizpůsobení změnám výroby.
- Zákaznický přizpůsobivý systém pro specifické požadavky.



*Příklady použití systémů EOL*

## KOMPRESORY

### Testování kompresorů

Testování kompresorů může být prováděno dvěma způsoby: staticky nebo dynamicky.

V obou případech lze pro získání údajů o výstupním momentu kompresoru použít jednu z následujících možností:

- Testování otevřeného kompresoru ve svislém postavení.
- Vytvoření speciální společné skříně pro rotor a stator kompresoru ("housing motor") a měření jeho výstupních parametrů.

Výrobce motorů, stejně jako výrobce automobilů, obvykle zajímají oba způsoby měření parametrů - statický i dynamický.

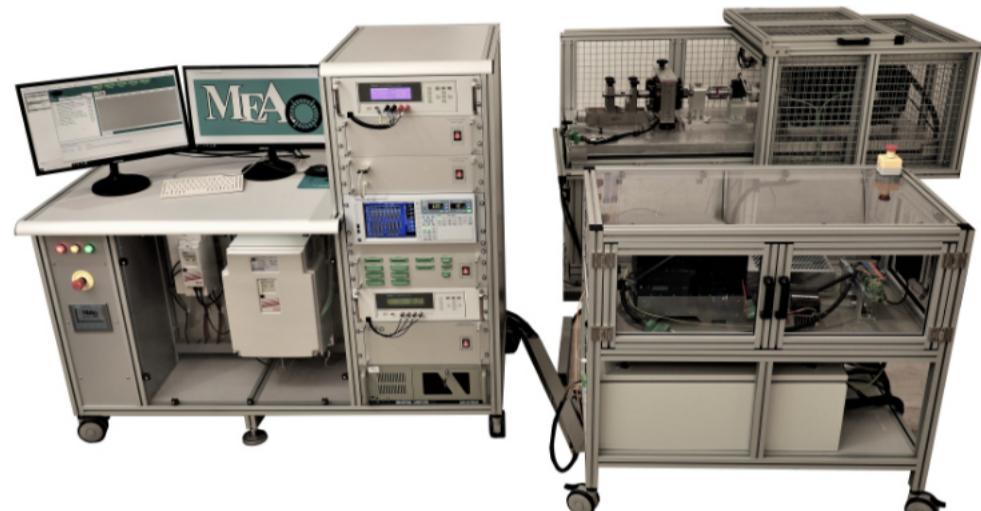
Výsledky dynamických měření zahrnují točivý moment, otáčky, napětí, proud, a výkon během akcelerace.

Pro dynamická měření MEA využívá vlastnosti svého unikátního patentovaného systému setrvačníkového dynamometru IDS poskytující:

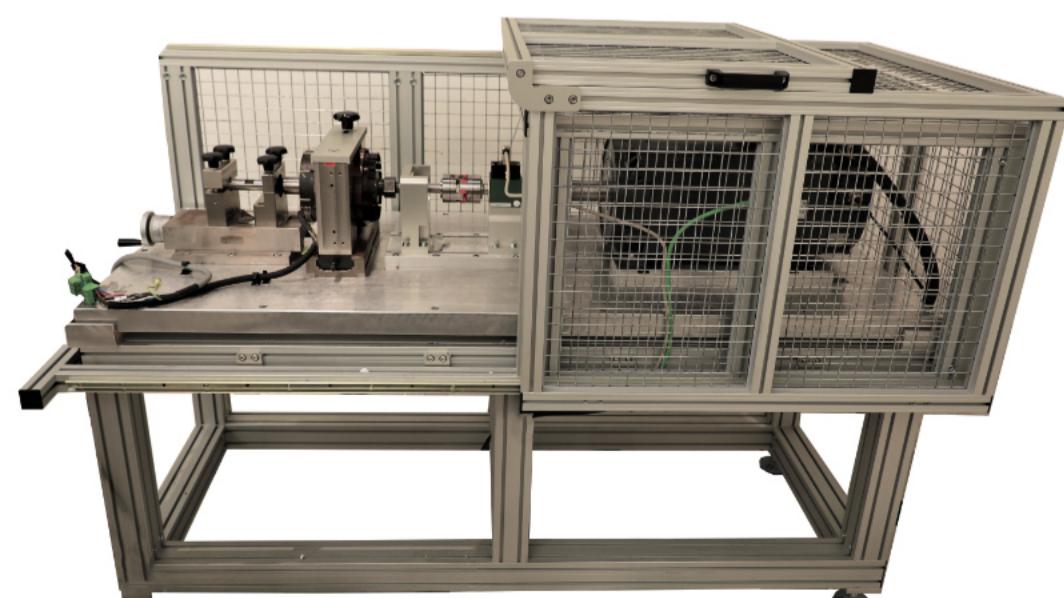
- Charakteristiky kompresorů v závislosti na čase, zahrnující moment, otáčky, proud, napětí, příkon, jalový výkon a účinnost.
- Zátěžová charakteristika kompresoru během akcelerace.

Pro statická měření MEA používá čtyř kvadrantové regenerační dynamometry, které umožňují zatěžovat při rotaci v obou směrech. Test zahrnuje:

- Momentovou charakteristiku
- Klidový moment při mechanicky zablokovaném motoru
- Zvlnění momentu při nízkých otáčkách
- Zpětnou EMS
- Vzrůst teploty
- Induktanci LCR ve třech fázích
- Tření ve vztahu k otáčkám
- Excelové tabulky pro výpočet zátěže
- Časový průběh momentu
- Výkon v čase
- Zpětnou EMS při konstantním  $K_E$
- Zátěžové spektrum
- Trvání záběrového proudu
- Brzdící test (výpočet setrvačného momentu MOI)



*Příklad řešení měřicího zařízení pro kompresory*



*Příklad řešení měřicího zařízení pro kompresory v ochranné kleci*

## STĚRAČE

### Testování stěračových motorků

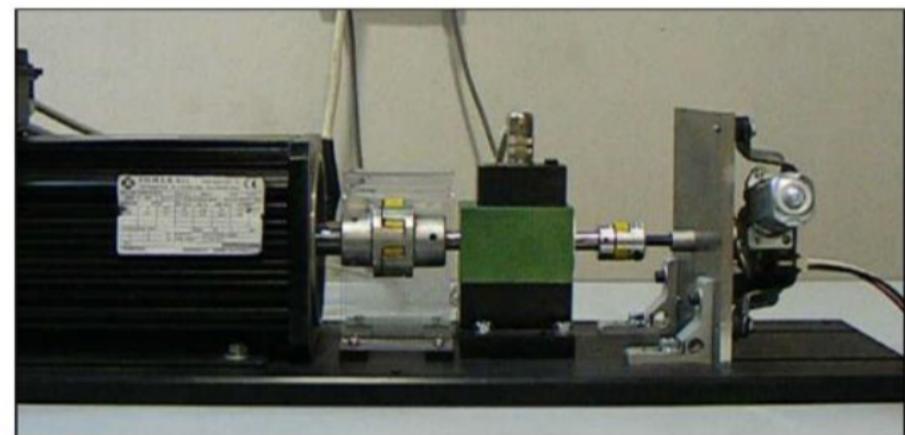
Testery MEA pro stejnosměrné (DC) a reverzní stěračové motorky mohou automaticky měřit a zaznamenávat reverzní zátěžovou sekvenci s přírůstkovým zatížením.

Měření může být také rozšířeno o rychlé testování pomocí setrvačníkového dynamometru IDS.

#### Vlastnosti

Systém zahrnuje několik testovacích postupů pro DC a reversibilní motory.

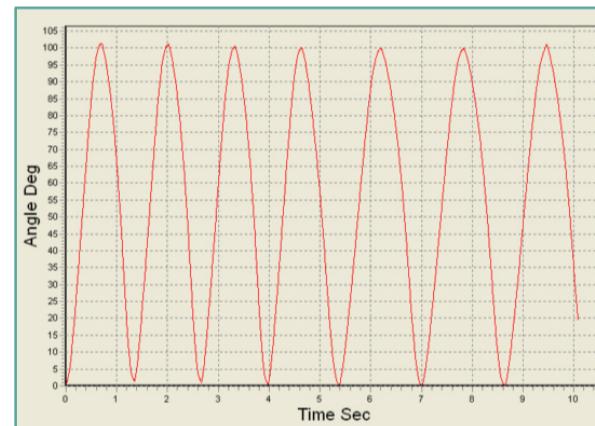
- Testování jedno rychlostních a dvourychlostních motorů.
- Měření některých specifických parametrů umožněné unikátní technologií MEA, jako je parkovací poloha, ovládání úhlu a další.
- Statické a dynamické výkonové testy zahrnující točivý moment, rychlosť/otáčky, tření, spektra tření a vlastních kmitů momentu a rychlosť otáčení.



Příklad sestavy měřicího pracoviště pro stěrače

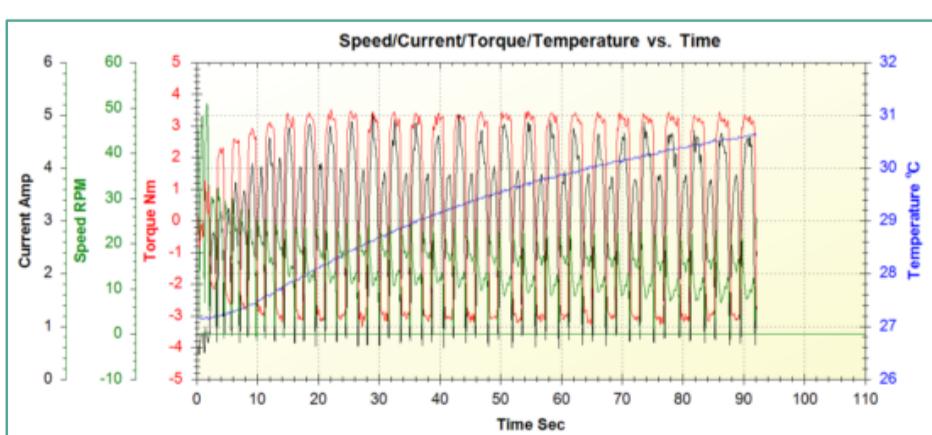
Reverzní stěrače:

- Zkouška reverzního zatížení při postupném zvyšování zátěže. Systém zatěžuje zkoušený motor po malých krocích od 0 Nm až do zastavení motoru nebo zákazníkem definovaného maximálního momentu. Doba potřebná pro každý krok zkoušky se prodlužuje o jeden kompletní cyklus ve směru a proti směru otáčení.
- Testovací cyklus probíhající při definované zátěži, v nastavené době trvání a v obou směrech otáčení s průběžným měřením jmenovitého momentu, otáček, proudu a teploty ve vztahu k úhlu natočení a času.
- Dynamický výkonový test zahrnující otáčkové a momentové spektrum, tření, spektrum tření, „zubovitost“ momentu, a průběh úhlu natočení v čase.
- Zjišťování účinnosti stěrače.
- Detekce zvýšeného hluku a defektů stěrače.
- Zjišťování problému s klidovou polohou stěrače a řízení otáčení.
- Rychlá a přesná metoda pro zkoušení stěrače.
- Výsledky v grafech a tabulkách.
- Zákaznické formáty záznamů v Excelu a PDF.
- Napájení a řízení stěrače zajišťuje zkušební systém.



Testování výkonu:

- Podpora měření: momentu, rychlosti, proudu, příkonu, výkonu, účinnosti, směru otáčení, klidové pozice, řízení pohybu.
- Měření na reverzních stěračích v obou směrech: rychlosť, proud, křivka vztahu úhlu a momentu.
- Další veličiny: spektra rychlosť a momentu, třecí moment, spektrum tření, „zubovitost“ momentu, průběh pohybu.



Ukázky záznamů testů stěračů

## STARTÉRY A AKČNÍ ČLENY

### Testování startérů

Startér je malý, ale výkonný elektrický motor zajišťující vysoký výkon v krátkém čase. Dynamický test během startovací periody rozbehu a doběhu je proto hlavní doporučenou metodou pro zjišťování defektů startérů.

Systémy MEA testují výkonové křivky startérů během akcelerace. Statická a dynamická data získaná během akcelerace charakterizují velmi přesně pracovní chování startéru a jsou tak nejlepším způsobem detekce jeho závad.

Systémy MEA jsou vhodné pro širokou škálu startérů v rozsahu od 0.3 kW až do 12 kW.



Příklad sestavy pro zkoušení startérů

### Základní vlastnosti

Testování startérů:

- Kompletní výkonové parametry: moment, otáčky, proud, napětí, příkon, výkon, časový průběh, účinnost.
- Simulace bateriového napájení – napájecí systém s programovatelným napětím, odporem a proudem.
- Testování v širokém rozsahu výkonů přizpůsobené různým typům.

Testování cívky startéru:

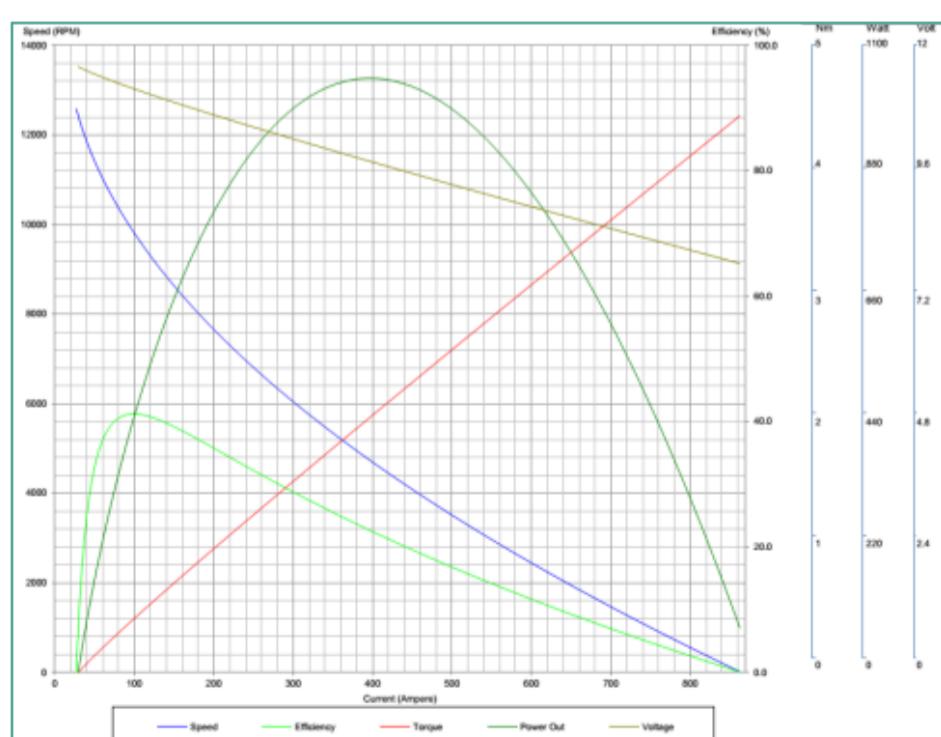
- Vtažení a přidržení elektromagnetu, odpor cívky, proud, pokles kontaktního napětí.
- Testování mechanických závad cívky startéru jako je nesprávné vysunutí, slabé pružiny nebo špatné spínání kontaktů.

Testování životnosti:

- Společné testování cívky a startéru až do 8 sestav v jednom systému.
- Kontrola teploty startérů.
- Simulace teplotních podmínek provozu.

Výstupní kontrola:

- Měření výkonových parametrů startéru při plném zatížení, bez připojení k jakémukoli externímu zatížení (pomocí matematického modelování), které poskytuje kompletní údaje o zatížení, točivém momentu, otáčkách, proudě, napětí, příkonu, výkonu, čase, účinnosti motoru), od zastavení až po plný chod.
- Hodnocení mechanického a elektrického opotřebení startéru.
- Záběrová zkouška s mechanickým a dynamickým ověřením momentu.
- Zkoušky prováděné v manuálním nebo plně automatickém módu.



Ukázka záznamu výsledku testu

## PŘEVODY A PŘEVODOVKY

### Statické a dynamické testy převodovek

Unikátní testovací systémy MEA podporují úsilí techniků neustále zlepšovat motory s převodovkami. Systémy MEA Gear Test umožňují testování a kontrolu všech typů převodů a jsou dodávány jako systémy na klíč.

MEA nabízí přesnou metodu "gear test" která může být využita pro dva způsoby měření:

1. Statická metoda využívající dvě zátěže s přesným měřením otáček a momentu na každé straně převodovky.
2. Dynamická metoda s měřením během akcelerace.

### Statické vlastnosti převodovky

Systémy MEA umožňují, na obou stranách převodovky, měřit:

Tuhost převodovky, vůle převodovky, převodové ztráty, torzní tuhost, rozběh převodovky a točivý moment bez zátěže, točivý moment při zpětném chodu, úhlovou přesnost přenosu, účinnost převodovky, výkon a teplotu převodového zatížení, životnost a hysterezní ztráty.

Údaje o výkonu převodovky jsou určovány dvěma čtyřmi kvadrantovými provozními / brzdovými jednotkami. Jedna jednotka je připojena ke vstupu převodovky a druhá je připojena k výstupu převodovky. Podle požadavků testů jedna jednotka otáčí převodovku, zatímco druhá ji zatěžuje a naopak.

Pro získání přesných dat užívá systém MEA polohové čidlo s rozlišením minimálně 18000 pulsů na otáčku.

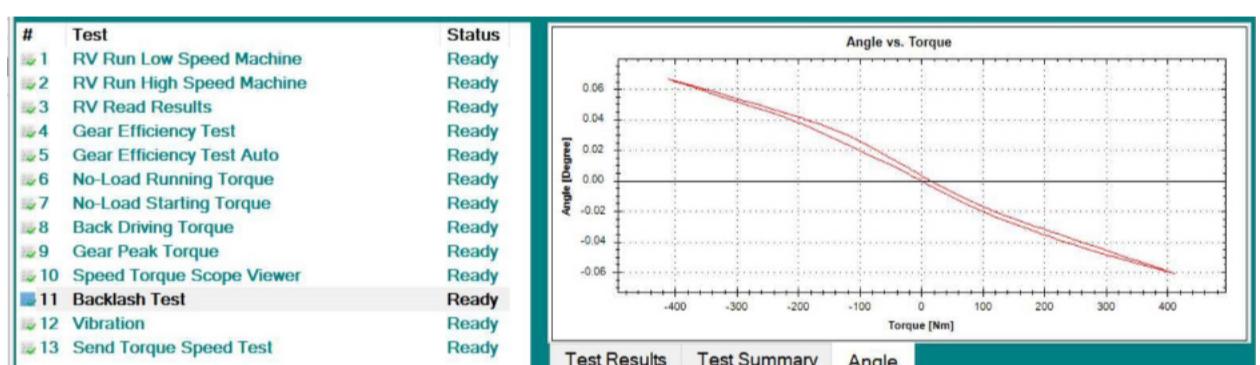
### Dynamické vlastnosti převodovky

Patentovaná zkušební metoda MEA Dynamic zamezuje jakýmkoli teplotním nepřesnostem díky postupu testování rychlostního stupně při konstantní teplotě v celém rozsahu otáček.

Z průběhu akcelerace převodovky systém poskytuje jedinečná měření, jako je zvlnění, třecí moment, třecí spektrum, spektrum rychlosti a krouticího momentu a účinnost převodovky.



Příklad zařízení pro testování převodovek



Ukázka výsledku testu vůle převodovky



Pohled do laboratoře pro testování převodovek



Sestava testování převodovky

## KROKOVÉ MOTORY

### Testování krokových motorů

Testovací systém MEA SMT-1000 (Stepper motor Testing) je kompletní systém na klíč pro testování krokových motorů. Může testovat mnoho důležitých charakteristik včetně rozběhového momentu, maximálního momentu, momentu a úhlu, statického momentu, zbytkového momentu, úhlové přesnosti, tlumení kroku, teploty a výkonu krokového motoru (účinnost točivého momentu a rychlosti) atd.

Universální testovací systémy MEA umožňují přesná laboratorní měření krokových motorů s cílem podpořit úsilí techniků o neustálé zlepšování motorů.

Ovladač krokového motoru se připojí k měřicímu systému (vstupní stejnosměrný proud může být testován analyzátorem stejnosměrného výkonu) a motor je namontován na zatěžovací stůl s připojením dvojitou spojkou. Požadované testovací podmínky řídí systém předáváním odpovídajících taktovacích impulsů ovladače krokového motoru.

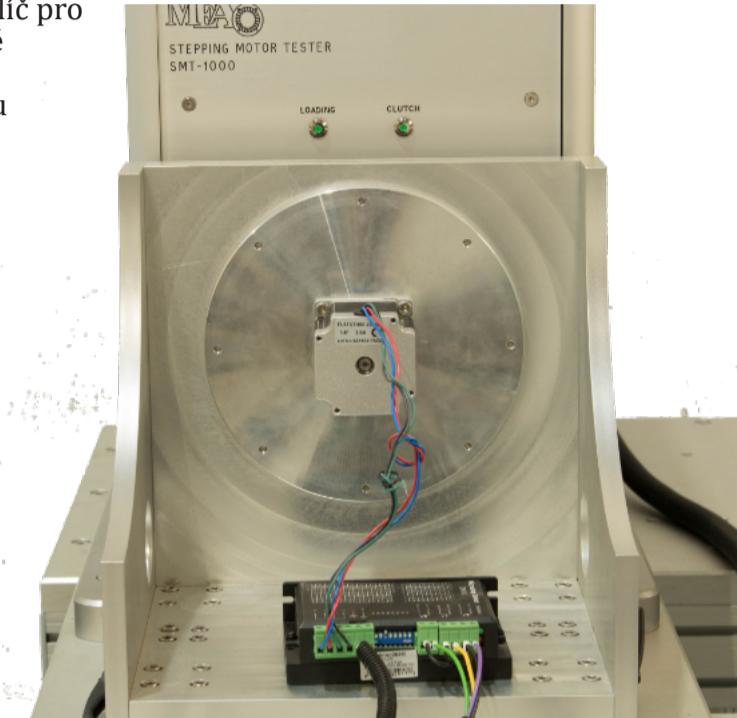
Při vysoce přesném testování úhlu bude použit snímač úhlu ROD na samostatném držáku.

#### Funkce a výhody

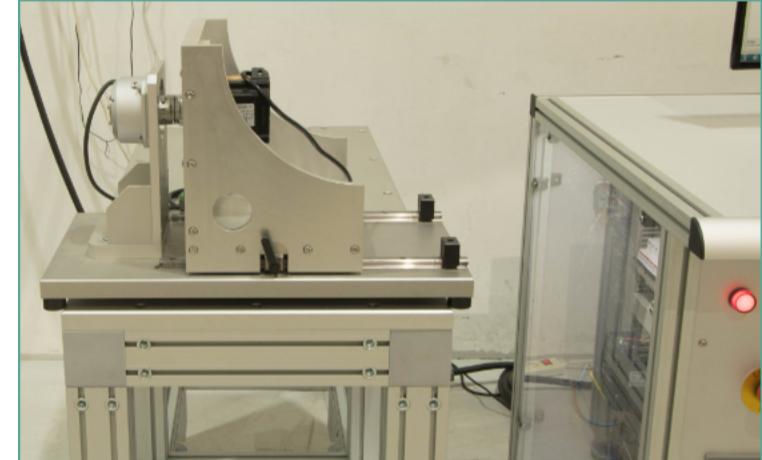
- Rozběhový točivý moment.
- Maximální točivý moment.
- Závislosti momentu na úhlu.
- Statický moment (plný proud, nulová rychlosť).
- Zbytkový moment (bez napájení).
- Tlumení kroků.
- Úhlová přesnost.
- Teplota motoru.
- Výkonová charakteristika (moment/otáčky).



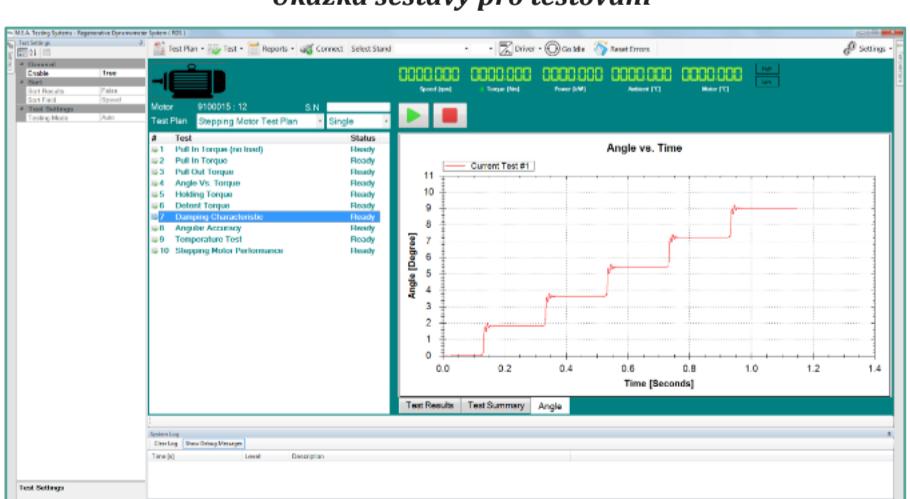
*Ukázka sestavy pro testování*



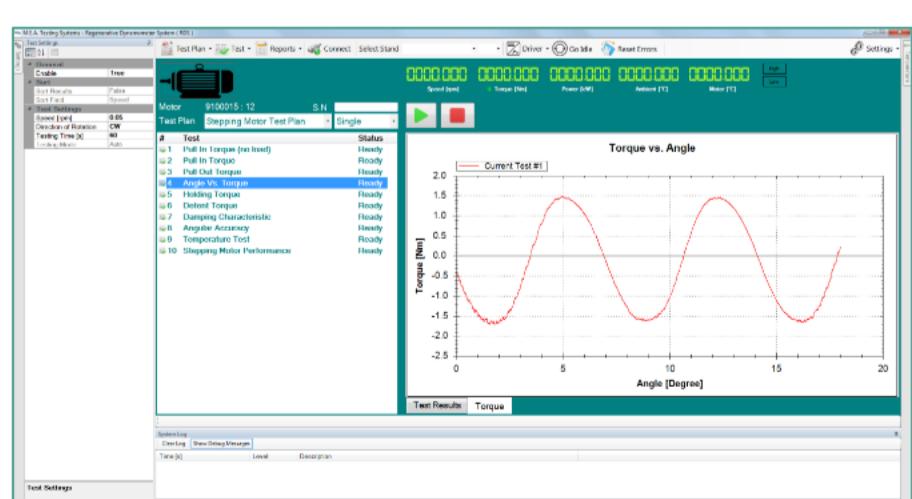
*Měřicí pracoviště pro krokové motory*



*Vysoce přesné měření úhlu*



*Příklad výsledků testu*



## MINIATURNÍ MOTORY

### Testování miniaturních motorů

Stanovení výkonových charakteristik malých elektrických pohonů, které se pohodlně vejdu do dlaně a mají jmenovitý výkon v rozmezí 0,5, až 1 W, je s využitím běžných metod obtížné realizovat. Na testovaný motor by totiž neměly během zkoušení působit žádné vnější síly. S dynamometrem zrychlení MEA je to možné. K dispozic je celá řada aplikací MEA určených právě pro malé motory.

Postup testování elektrických pohonů umožňuje získat úplné statické a dynamické charakteristiky během několika sekund. Zkušební systém pro elektrické pohony nabízí výrobcům a uživatelům vše, co chtejí vědět o vlastnostech jejich motorů a navíc i zkoušku odolnosti ve stanoveném bodě zatížení. U této zkoušky je motor volně akcelerován od zablokování až po rychlosť bez zátěže. Při zkoušení miniaturního motoru je zátěží pouze setrvačnost jeho vlastního rotoru. K určení momentu setrvačnosti je to jednoduchý postup.

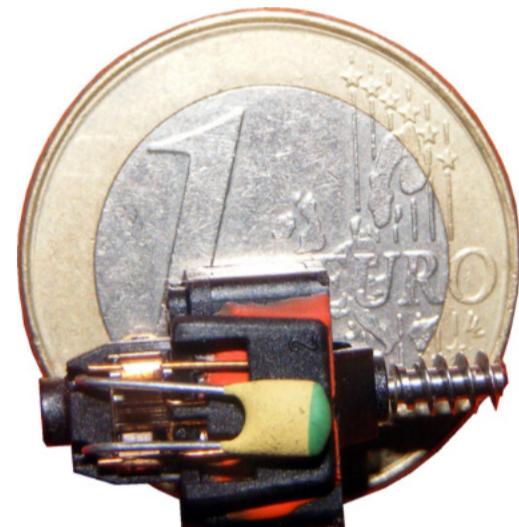
#### Základní vlastnosti

Proud, napětí a doba rozběhu se měří v mikrosekundových intervalech. Obvykle se rychlosť otáčení měří v průběhu času, během fáze zrychlování a zpomalování a to snímačem s vysokým rozlišením připojeným k hřídeli motoru. Doba zkoušky tak odpovídá době potřebné k rozběhu a dobu motoru. To znamená jen páár sekund pro menší motory a zlomek sekundy pro mikromotory. Specialitou metody MEA je schopnost simultánně odebírat množství synchronizovaných měření v intervalech v rozsahu mikrosekund ( $\mu$ s) a průběžně zpracovávat výsledky pomocí moderního softwaru. Během několika sekund se také vytvoří protokol o zkoušce konkrétního motoru ve formě grafů a tabulek obsahujících měřené údaje spolu se identifikačním údajem společnosti a typem motorů.

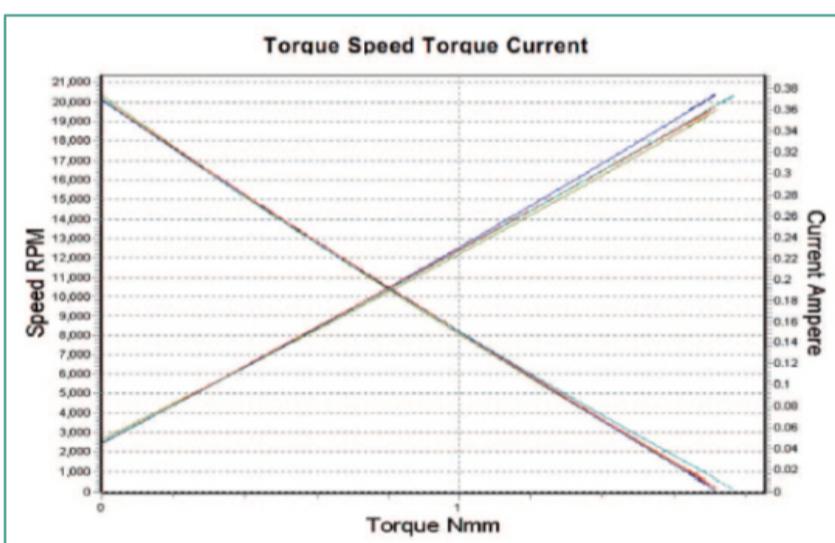
Výsledky měření s řešením společnosti MEA jsou dále zobrazeny jako ukázky grafů z testování mikromotoru 0,65 W.

#### Vyhodnocení testů

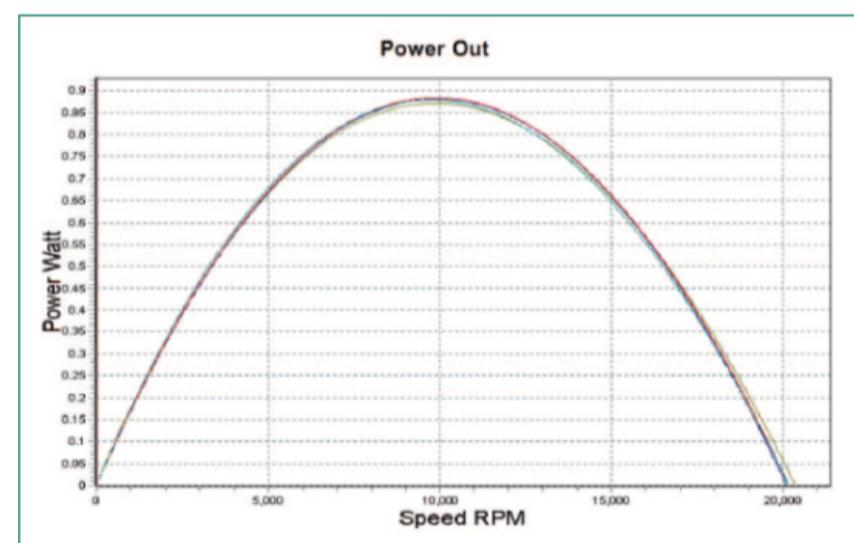
Následující grafy ukazují výsledky měření statických a dynamických charakteristik motoru 12 V DC se jmenovitým výkonem 0,65 W:



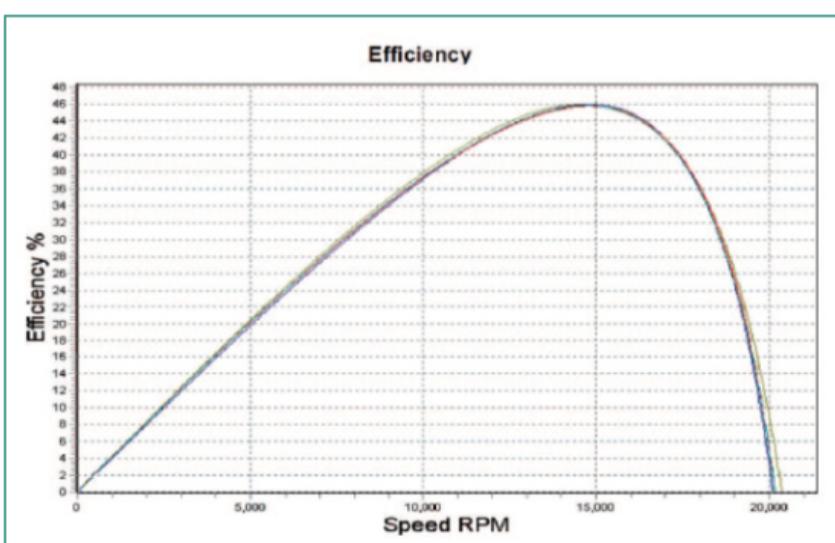
**Motor 1 W testovaný na setrvačném dynamometru IDS**



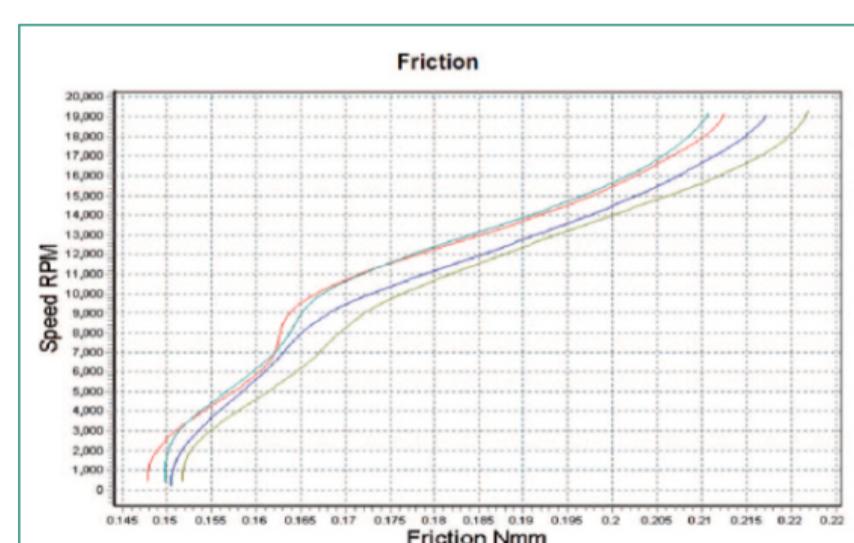
**Otačky a proud ve vztahu k momentu**



**Výkon a otáčky**



**Účinnost a otáčky**



**Otačky a moment mechanických ztrát (tření v ložiskách a tření rotoru o vzduch)**



Společnost AURA a. s. byla založena v srpnu 1995. Vznikla spojením několika renomovaných firem působících řadu let na poli průmyslové diagnostiky a elektroniky. Ve velmi krátké době po svém vzniku se stala jedním z největších výrobců senzorů a přístrojů pro technickou diagnostiku v Evropě.

Hlavním sídlem AURA a. s. je Milevsko. Zde najdete vedení společnosti, obchodní tým a celé výrobní, projekční, logistické a administrativní zázemí. Další klíčovou součástí společnosti je Výzkumné a vývojové centrum sídlící v Praze.

I po 25-ti letech se potvrzuje správnost základní firemní strategie, a to orientace na řešení zákaznických potřeb pomocí vlastního vývoje špičkových výrobků a technologií. Vysoká kvalita poskytovaných služeb a výrobků je hlavní filosofií společnosti, a je podložena množstvím získaných certifikátů.

AURA a.s. splňuje již řadu let náročné podmínky certifikace ISO 9001, a to nejen v rámci ČR, ale v rámci světové certifikační sítě IQ-net. Mezi dosažené standardy patří například náročné certifikace produktů pro prostředí s nebezpečím výbuchu – ATEX a také velmi prestižní certifikace produktů pro armádní i civilní leteckou techniku.

## AURA a.s.

### Web

[www.auranet.cz](http://www.auranet.cz)

### E-Mail

[sales@auranet.cz](mailto:sales@auranet.cz)

### Tel

(+420) 382 524 224

### Fax

(+420) 382 524 224

### Adresa

5. května 118  
399 01, Milevsko  
Česká Republika