

# TESTOVACIE STOLICE A DYNAMOMETRE S MENIČOM FREKVENCIE YASKAWA

(Produkt U1000, D1000, R1000 a GA700)

## Popis aplikácie

Testovacie stolice a dynamometre sa používajú na testovanie a zisťovanie charakteristík rotačných zariadení. V podstate sú záťažové dynamometre používané akoukoľvek spoločnosťou, ktorá vyrába, začleňuje alebo upravuje motory a iné rotačné systémy. *Zaťažovací dynamometer testovaného motora* obvykle využíva elektrický motor a AC menič na simuláciu mechanického zaťaženia benzínových a naftových motorov či iných rotačných zariadení. Testovanie odolnosti vyžaduje, aby zaťažovaný motor bežal nepretržite po dobu niekoľkých dní, týždňov alebo mesiacov, aby tak bolo možné určiť životnosť súčastí a stanoviť plány preventívnej údržby alebo slúži na zábeh nového, či prestavaného motora.

Záťažový dynamometer absorbuje veľké množstvo energie z testovaného motora. Historicky záťažové dynamometre používali na zaťaženie motora vírivú brzdú, kvapalinovú (vodnú) brzdú alebo treciu brzdú. Zatiaľ čo vírivé a kvapalinové brzdy produkujú relatívne stály záťažový krútiaci moment, tak tieto staršie metódy neekonomicky marili energiu produkovanú motorom. Okrem toho tieto brzdy obvykle vyžadujú externé prostriedky na spustenie motora. Zmyslom je vracať túto marenú energiu späť do siete a znížiť tak celkové prevádzkové náklady.

V systémoch s rekuperáciou môžu taktiež nájsť výhody aj iné typy skúšobných dynamometrov, ktoré vyžadujú rýchle zrýchlenie alebo spomalenie. Dlhšie doby spomalenia sú totiž potrebné, aby sa zabránilo vzniku regeneračnej energie. Prípadne sa používajú odpory na marenie prebytočnej energie v snahe o dosiahnutie požadovanej doby spomalenia alebo doby cyklu. Namiesto takéhoto plytvania energie, generovanej rýchlym spomaľovaním záťaže, je možné prebytočnú energiu presmerovať späť do elektrickej siete bez toho, aby sa musela mariť v brzdnych odporoch. Energia dodaná späť do siete je prerozdelená do iných záťaží, čím sa znižuje celkový výkon odoberaný z rozvodnej siete.

## Požiadavky aplikácie

- Meniče a motory musia byť extrémne spoľahlivé a schopné bežať mesiace bez dozoru bez toho, aby sa pokazili alebo prerušili vykonávaný test.
- Menič by mal byť schopný opakovateľného riadenia krútiaceho momentu v celom rozsahu otáčok.
- Menič musí pracovať v systéme obsahujúcom veľmi citlivé snímacie zariadenia bez toho, aby spôsobil rušenie nízkoúrovňových signálov snímačov.
- Systém záťažového dynamometra by mal byť schopný vracať absorbovanú mechanickú energiu späť do elektrickej siete, aby sa znížili celkové prevádzkové náklady na vykonávanie skúšobného testu.
- Systém záťažového dynamometra by mal byť nákladovo efektívny.

## Podrobnosti k aplikácii

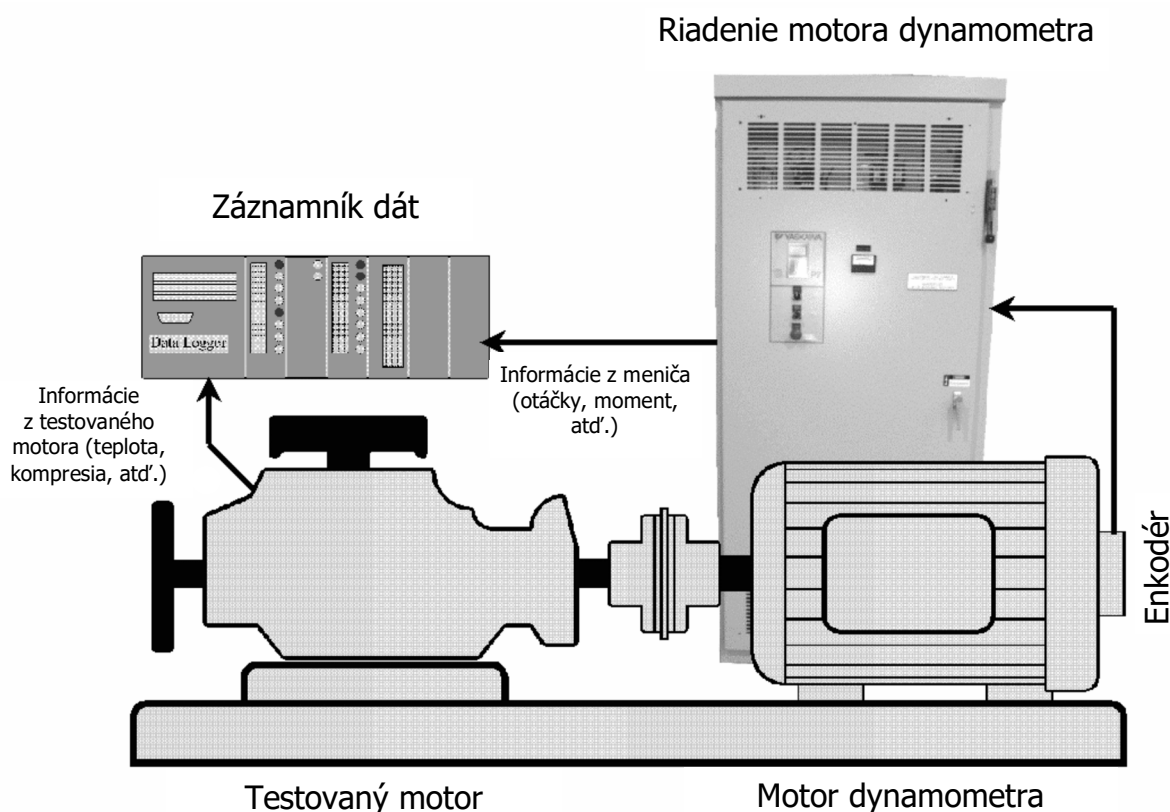
Obrázok 1 znázorňuje základné súčasti motorového dynamometra:

1. Testovaný motor
2. Motor dynamometra
3. Riadenie dynamometra
4. Záznamník dát

Činnosť začína s motorom dynamometra v rýchlostnom riadení a zvyšovaním otáčok motora až na počiatočnú rýchlosť motora. Do motora je aplikované palivo. Keď skúšaný motor beží samostatne, riadenie motora dynamometra sa prepne do režimu momentového riadenia. Vlastné testovanie začína, keď rekuperačná (brzdná) jednotka a AC menič regulujú zaťaženie testovaného motora.

# TESTOVACIE STOLICE A DYNAMOMETRE S MENIČOM FREKVENCIE YASKAWA

(Produkt U1000, D1000, R1000 a GA700)

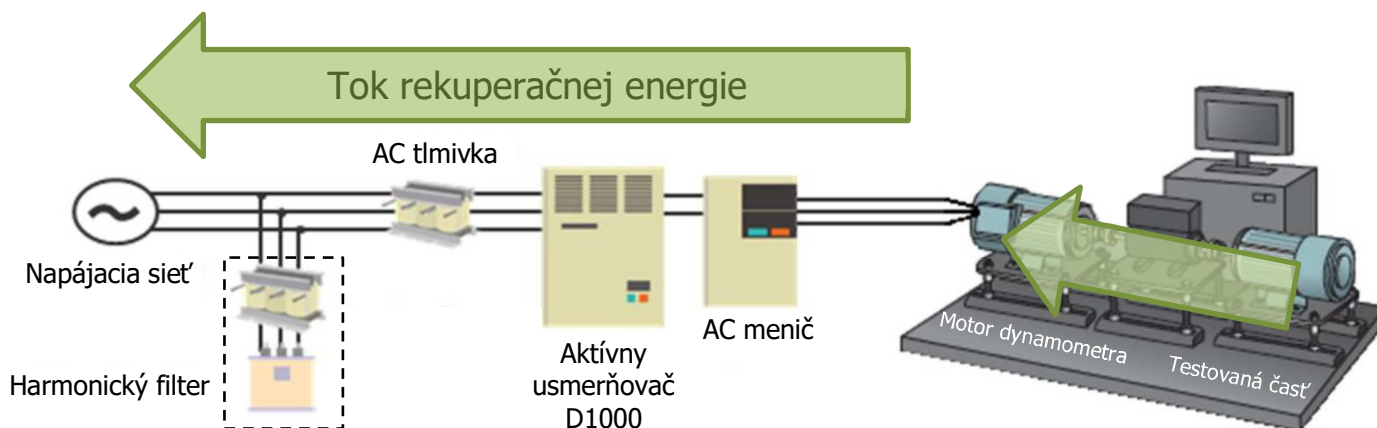


Obrázok 1

## Riešenie s komponentmi Yaskawa č.1 (skoršie):

Motor dynamometra je indukčný motor s enkóderom namontovaným na hriadeli pre zaistenie spätnej otáčkovej väzby. Riadenie motora dynamometra sa skladá z plne vektorového meniča frekvencie Yaskawa (GA700) a sieťového rekuperačného modulu (R1000, D1000).

Zaťažovací dynamometer využívajúci indukčný motor riadený meničom Yaskawa (GA700) poskytuje veľmi spoľahlivé riadenie zaťažovacieho momentu a súčasne aj prostriedok na spúšťanie motora. Rekuperačné moduly Yaskawa (R1000, D1000) vracajú výkon testovaného motora späť do napájacej siete. R1000 je rekuperačná brzdná jednotka, ktorá poskytuje rekuperáciu s adekvátnou úrovňou harmonických ( $\sim 40\%$  iTHD). D1000 je aktívny usmerňovač, ktorý poskytuje rekuperačné schopnosti s nízkym obsahom harmonických ( $< 5\%$  iTHD).



Obrázok 2

# TESTOVACIE STOLICE A DYNAMOMETRE S MENIČOM FREKVENCIE YASKAWA

(Produkt U1000, D1000, R1000 a GA700)

Obrázok 2 znázorňuje typický zátťažový dynamometer testovaného motora využívajúci AC menič frekvencie s aktívnym usmerňovačom. Tok energie počas prevádzky (v generátorickom režime) je indikovaný zeleno. Motor dynamometra pôsobiaci ako brzda absorbuje výkon generovaný testovaným motorom. AC menič frekvencie prenáša energiu z motora na DC medziobvod meniča. Aktívny rekuperačný usmerňovač (D1000) prevádza jednosmerný prúd na striedavý pri napätí a frekvencii napájacieho vedenia. Schopnosti jednotky D1000 v kombinácii so vstupným harmonickým filtrom umožňujú nízky obsah harmonických počas rekuperácie (< 5 % iTHD).

## Produkty Yaskawa v riešení:

Produkt	Funkcia	Prínos
<b>GA700</b>	Rozsah 0.55 až 355 kW	Pokrýva rozsah väčšiny benzínových a malých dieselových motorov.
	Vysoko výkonné vektorové riadenie	K dispozícii je niekoľko metód riadenia krútiaceho momentu zátáže v celom rozsahu otáčok.
		Regulácia rýchlosti v plnom rozsahu vrátane 0,0 ot/min.
	K dispozícii je osem programovateľných riadiacich vstupov	Na prepínanie a výber režimu.
	Komunikácia RS485 ako štandard	Na záznam a kontrolu dát.
<b>R1000</b> <b>Rekuperačná jednotka</b>	Výkonový rozsah 3.5 až 300 kW (trieda 400V)	Široký rozsah výkonov pre rekuperáciu.
	Komunikácia RS485 ako štandard	Na záznam a kontrolu dát.
<b>D1000</b> <b>Aktívny usmerňovač</b>	4-kvadrantový výkonový usmerňovač so vstupným sínusovým prúdom	Kompatibilný s IEEE 519 pre motorický aj generátorický režim.
		Veľmi nízke celkové harmonické skreslenie.
	Výkonový rozsah 5 až 630 kW	Široký rozsah výkonov pre generátorický aj motorický režim.
	Komunikácia RS485 ako štandard	Na záznam a kontrolu dát.

## Riešenie s komponentmi Yaskawa č.2 (riešenie novej generácie):

### U1000 – priemyselný maticový menič frekvencie

Priemyselný maticový menič U1000 je kompaktné riešenie typu „všetko v jednom“ pre ultra-nízku úroveň harmonických alebo pre plnú rekuperáciu. Je tou najlepšou voľbou na zabezpečenie kvality napájania a úspory energie. Okrem toho poskytuje vysokú flexibilitu a výkonné riadenie motora, aby vyhovel širokému spektru aplikačných požiadaviek.

# TESTOVACIE STOLICE A DYNAMOMETRE S MENIČOM FREKVENCIE YASKAWA

(Produkt U1000, D1000, R1000 a GA700)

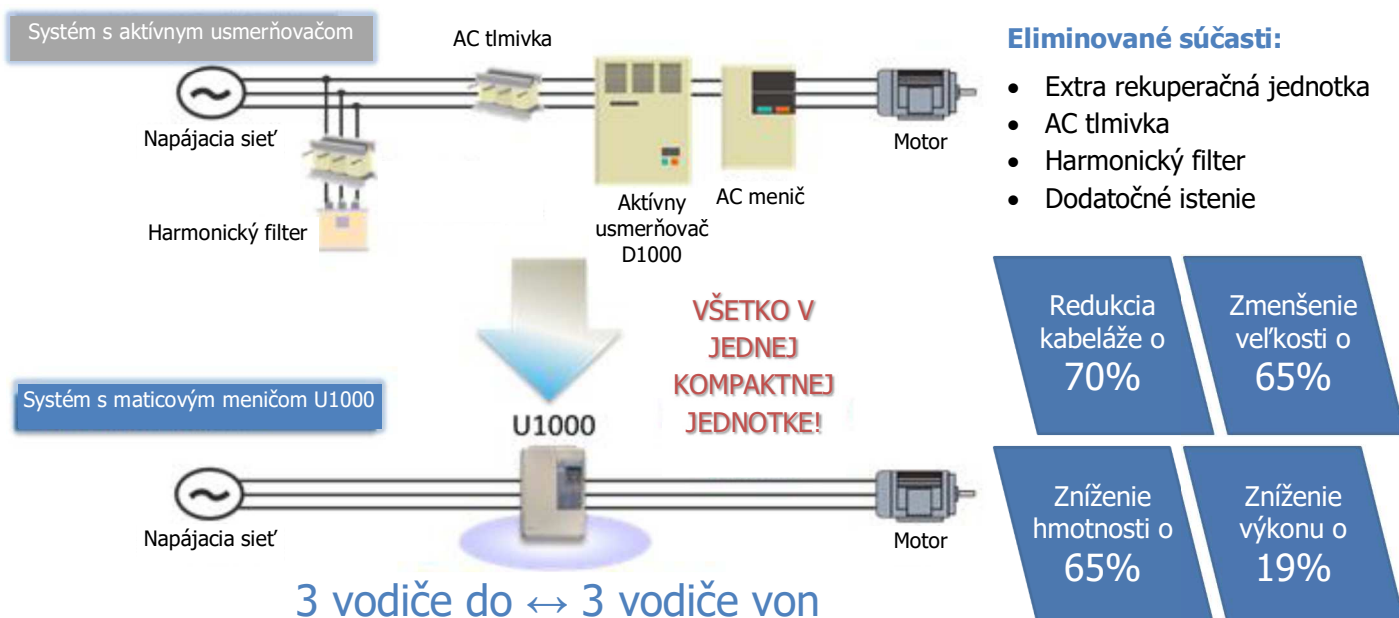
## Maticová topológia:

Frekvenčný menič využívajúci maticovú technológiu je iný ako konvenčné meniče frekvencie. Rozdiel spočíva v samotnej maticovej technológii. Na rozdiel od konvenčných meničov využíva maticová technológia spoločnosti Yaskawa systém deviatich obojsmerných spínačov usporiadaných do matice pre prevod trojfázového striedavého vstupného napätia priamo na trojfázové výstupné striedavé napätie. To eliminuje potrebu usmerňovacieho obvodu a DC medziobvodu, ktoré sa nachádzajú pri konvenčných AC meničoch frekvencie.

## Vlastnosti maticového meniča:

- Nízke harmonické prúdy (<5% iTHD na vstupe meniča)
- Skutočný účinník takmer jedna (0.98 alebo lepší)
- Rekuperácia elektrickej energie (plné 4-kvadrantové riadenie)
- Rozšírené riadenie motora (riadenie motorov s permanentnými magnetmi)
- Vysoká účinnosť
- Kompaktné rozmery

## Riešenie s maticovým meničom:



Obrázok 3

V porovnaní s klasickým riešením spoločnosti Yaskawa (AC menič s aktívnym usmerňovačom D1000) poskytuje priemyselný maticový menič U1000 rovnakú výkonnosť motora s týmito ďalšími výhodami:

- Menej kabeľáže a menšia zložitosť systému
- Úspora miesta
- Vyššia účinnosť
- Nižšie vstupné harmonické
- Návratnosť systému

## Menej kabeľáže a menšia zložitosť systému:

Maticový menič je kompaktné riešenie typu všetko v jednom pre nízke harmonické alebo plnú rekuperáciu, ktorá eliminuje potrebu ďalšieho rekuperačného meniča, AC tlmivky, harmonických filtrov a kabeľáže. Zníženie počtu komponentov redukuje kabeľáž a zjednodušuje inštaláciu na jednoduchú konfiguráciu s 3 napájacími silovými vodičmi a 3 výstupnými vodičmi.

# TESTOVACIE STOLICE A DYNAMOMETRE S MENIČOM FREKVENCIE YASKAWA

(Produkt U1000, D1000, R1000 a GA700)

## Úspora miesta:


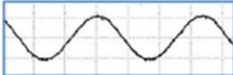
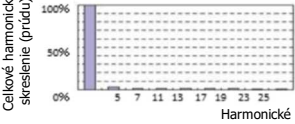

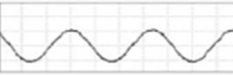
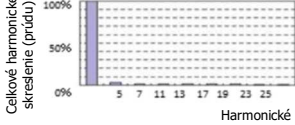
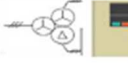
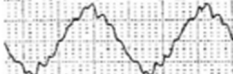
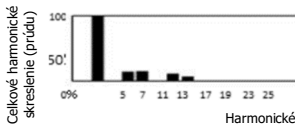
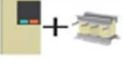

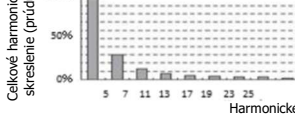

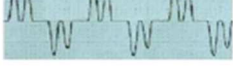
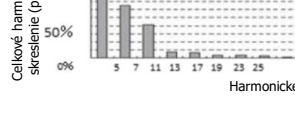
Maticový menič bude v rozsahu 11 až 260 kW o 14 % až 80 % menší ako súprava aktívneho usmerňovača a štandardného meniča frekvencie (VDF). V priemere bude maticový menič o viac ako 37 % menší ako ekvivalentná sad aktívneho usmerňovača a VFD. Priemerná úspora miesta vo výške 37 % zahŕňa iba rozmery jednotlivých komponentov. Proti sade aktívneho usmerňovača a VFD tu dôjde k ďalším úsporám miesta vďaka voľnému priestoru pri rozložení komponentov na montážnom paneli a požiadavkám na kabeláž. Hĺbka produktu nebýva vždy hlavným problémom pri konfigurácii rozvádzača. Faktorom zastavanej plochy je skôr montážny priestor v rozvádzači alebo na stene. Inými slovami, pôdorysná výška a šírka sady často určujú úsporu miesta.

## Účinnosť maticového meniča:

Typická vypočítaná účinnosť maticového meniča je v priemere 96,7 % v rozsahu výkonov 15 kW až 185 kW, zatiaľ čo testy neustále ukazujú, že skutočná prevádzková účinnosť presahuje 98 %. Vyššia účinnosť prevádzky je dosiahnutá udržiavaním vstupného účinníka takmer na hodnote jedna a nízkych harmonických vstupného prúdu, čo znižuje prúdové zaťaženie na vstupe pri podmienkach menovitého výstupného výkonu. Nižšia potreba vstupného prúdu znižuje straty a zvyšuje účinnosť. Pri klasických riešeniach, ako je VFD s aktívnym usmerňovačom, možno očakávať účinnosť medzi 92 % až 96 % pre výkony 15 kW až 260 kW (s priemernou účinnosťou asi 94 %). Maticový menič môže zvýšiť účinnosť systému pohonu v priemere o 4 %.

## Vstupné harmonické prúdy maticového meniča:

U1000 môže dosiahnuť účinník takmer jeden (0,98 alebo lepší) a vyhovuje najprísnejším požiadavkám IEEE-519 na harmonické vstupné prúdy bez potreby ďalších externých komponentov. Typické harmonické vstupného prúdu pri menovitom výkone sú menšie ako 5 % iTHD. Nižšie harmonické vstupného prúdu znižujú rušenie s inými elektrickými zariadeniami na rovnakej napájacej sieti. Vysoký vstupný účinník a nízke harmonické vstupného prúdu tiež znižujú zahrievanie napájacieho transformátora a ďalších predradených zariadení. Znížený obsah harmonických umožňuje znížiť nároky na veľkosť napájacieho transformátora a kabeláže alebo uvoľniť časť kapacity existujúceho transformátora pre nové záťaž.

Konfigurácia	Priebeh vstupného prúdu	Prúdové spektrum	iTHD
 <div style="border: 1px solid blue; border-radius: 10px; padding: 5px; display: inline-block; background-color: #e6f2ff;">U1000</div>			$\leq 5\%$
 <div style="border: 1px solid gray; border-radius: 10px; padding: 5px; display: inline-block;">AC menič + akt. usmerňovač</div>			$\leq 5\%$
 <div style="border: 1px solid gray; border-radius: 10px; padding: 5px; display: inline-block;">AC menič + viac-pulzné napájanie</div>			6 - 12 %
 <div style="border: 1px solid gray; border-radius: 10px; padding: 5px; display: inline-block;">AC menič + DC tlmivka</div>			~40 %
 <div style="border: 1px solid gray; border-radius: 10px; padding: 5px; display: inline-block;">AC menič bez tlmivky</div>			~80 %

# TESTOVACIE STOLICE A DYNAMOMETRE S MENIČOM FREKVENCIE YASKAWA

(Produkt U1000, D1000, R1000 a GA700)

## Návratnosť:

Aplikácie, ako sú skúšobné stolice a motorové dynamometre vyžadujúce rekuperáciu v ťažkých až nepretržitých pracovných cykloch, môžu znamenať rýchlu návratnosť počiatočnej investície do celého systému pohonu. U1000 pracujúci v nepretržitom generátorickom režime obvykle zaplatí náklady na nákup meniča za menej ako rok v porovnaní s použitím brzdnych odporov na marenie energie.