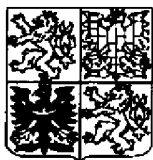


PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

zveřejněná podle § 31 zákona č. 527/1990 Sb.

(19)

ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLVÉHO
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **08. 02. 99**

(32) Datum podání prioritní přihlášky: **09.02.98**

(31) Číslo prioritní přihlášky: **98/020516**

(33) Země priority: **US**

(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **13. 10. 99**
(Věstník č. 10/99)

(21) Číslo dokumentu:

420-99

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl.⁶:

H 02 K 7/18

(71) Přihlášovatel:

LOCKHEED MARTIN CORPORATION,
Bethesda, MD, US;

(72) Původce:

Grewe Timothy Michael, Endicott, NY, US;

(74) Zástupce:

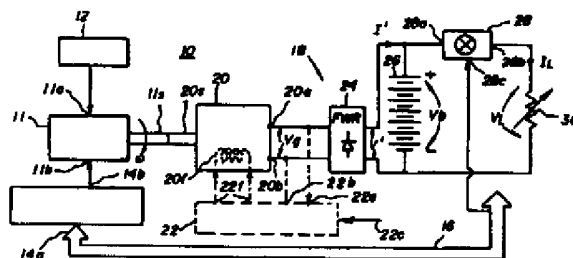
Švorčík Otakar JUDr., Hálkova 2, Praha 2,
12000;

(54) Název přihlášky vynálezu:

**Generátor s impedancí přizpůsobenou
výstupní schopnosti hnacího stroje
pro řízení s maximalizovanou účinností**

(57) Anotace:

V jednotce /10/ pro generaci elektrického výkonu s hnacím strojem /11/, který má výstupní hřídel /11s/ otáčející se rychlostí /x/ a určující funkci výstupního výkonu, mající pro každou hodnotu /x/ strmost /M_d/ výstupního výkonu /x/ a generátorem /20/ pro vytváření elektrického výkonu v odezvě na otáčení hřídele /20s/, je elektrická impedan-
ce generátoru /20/ zvolena tak, že strmost /M_g/ výstupního výkonu generátoru /x/ aproximuje strmost /M_d/ poměru výkonu a otáček motoru, takže řízením hodnoty /x/ je možné maximalizovat účinnost.



08.07.99

PV 420-99

Generátor s impedancí přizpůsobenou výstupní schopnosti hnacího stroje pro řízení s maximalizovanou účinností

Oblast techniky

Vynález se týká elektrických generátorů poháněných hnacím strojem a zejména nového generátoru, který má vnitřní impedanci vybranou tak, aby byla přizpůsobená výstupní pohonné schopnosti hnacího stroje v rozsahu rychlostí tohoto hnacího stroje, za účelem dosažení maximální účinnosti a minimálních emisí.

Dosavadní stav techniky

Pohánění elektrického generátoru hnacím strojem, který je připojen k rotorovému hřídeli generátoru, je dobře známo. Elektrický výstup generátoru je obvykle závislý na vybuzení budící cívky v generátoru. Jak tato budící cívka tak samostatná elektronika buzení jsou drahé a nežádoucí. Kromě toho použití vybuzených budících cívek často způsobí, že generátor pracuje se zmenšenou účinností. To je za normálních okolností nežádoucí a zejména je tomu tak tehdy, je-li kombinace hnacího stroje a elektrického generátoru umístěna v elektrickém vozidle, kde jsou kola poháněna motorem, který dostává energii přímo nebo nepřímo z generátoru. Maximalizace účinnosti nezlepší

08.07.99

pouze spotřebu paliva, ale má rovněž za následek minimalizaci znečišťování a dalších nežádoucích charakteristických vlastností.

Je tedy žádoucí realizovat generátor s permanentním magnetem, který nemá budicí cívku a prostředky pro buzení, a který je poháněn s maximální účinností přímo hnacím strojem.

Podstata vynálezu

Podle tohoto vynálezu má hnací stroj výstupní hřídel, jehož otáčení s rychlostí ω určuje funkci výstupního výkonu, která má při každé hodnotě ω strmost M_d poměru výstupní výkon/ ω , a který je spojen s generátorem za účelem vytváření elektrického výkonu v odezvě na otáčení výstupního hřídele. Elektrická impedance generátoru je potom volena tak, aby strmost M_g poměru výstupní výkon generátoru/ ω aproximovala strmost M_d , což napomáhá k maximalizaci účinnosti.

Ve výhodném uspořádání se strmost generátoru neliší od strmosti hnacího stroje o více než faktor dva. Při použití v hybridním elektrickém vozidle s naftovým motorem jako hnacím strojem, který má strmost pracovní křivky M_g řádově 0,15 koňský sil (ks)/otáčku se volí elektrická impedance Z generátoru tak, aby se dosáhlo strmosti pracovní křivky M_g zhruba mezi 0,075 ks/otáčku a 0,3 ks/otáčku.

08.07.99

Jedním cílem předkládaného vynálezu je tedy realizace motorem poháněného elektrického generátoru, který má impedanci zvolenou tak, že pracovní charakteristiky generátoru jsou přizpůsobeny pracovním charakteristikám poháněcího motoru a tudíž je maximalizována účinnost.

Tento a další cíle předkládaného vynálezu budou odborníkovi v daném oboru zřejmé z následujícího podrobného popisu a připojených výkresů, ve kterých jsou stejné prvky označeny stejnými vztahovými čísly.

Přehled obrázků na výkresech

Na obr.1 je blokové schema motorem poháněného generátoru a jeho typické zátěže, jak se vyskytuje v hybridních elektrických vozidlech a tak podobně.

Obr.2 je soubor koordinovaných grafů zobrazujících napětí a proud vytvářené generátorem s přizpůsobenou impedancí podle předkládaného vynálezu, poháněným motorem.

Na obr.3 je Theveninův ekvivalentní obvod nového přizpůsobeného generátoru podle předkládaného vynálezu.

Obr.4 je graf znázorňující křivky maximálního a účinného výkonu konkrétního naftového motoru, pracovní křivku nepřizpůsobeného generátoru podle dosavadního

08.07.99

stavu techniky a soubor pracovních křivek pro nový přizpůsobený generátor podle předkládaného vynálezu.

Na obr.5 je graf zobrazující soubor pracovních křivek napětí-proud a křivku výkonu při konstantní zátěži pro jednu konkrétní pracovní variantu, což ilustruje způsob, kterým je maximalizována účinnost generátoru s hnacím strojem v souladu s principy předkládaného vynálezu.

Příklady provedení vynálezu

Jak je vidět z obr.1, systém 10, jako například hnací systém hybridního elektrického vozidla a tak podobně, využívá motor 11 jako hnací stroj. Zdroj 12 paliva je spojen se vstupem 11a paliva motoru, toto palivo je v motoru spalováno, což způsobí otáčení výstupního hřídele 11s s otáčivou rychlostí neboli kmitočtem ω . Tato otáčivá rychlost ω hřídele 11s motoru se nastavuje v odezvě na signály přiváděné na řídicí vstup 11b motoru z výstupu 14b řídicí jednotky 14 motoru/zátěže. Řídicí jednotka 14 má alespoň jeden vstupně-výstupní port 14a zapojený tak, že přijímá a vysílá elektrické signály přes zapojenou elektrickou sběrnici 16 do a ze zátěže 18 generátoru, která může obsahovat senzory, spínače a podobné měniče a/nebo uskutečňovací prvky připojené k alespoň jednomu konečnému uskutečňovacímu prostředku, jako je například motor pohánějící kola v hybridním elektrickém vozidle a tak podobně.

Hřídel 11s motoru je přímo spojen s rotorovým hřídelem 20s generátoru 20, za účelem vytváření střídavého výstupního napětí V_a mezi výstupními svorkami 20a a 20b generátoru, které jsou určeny pro připojení zátěže 18. Generátor 20 byl doposud obecně typ s buzením, který obsahoval budící cívku 20f připojenou na budící výstup 22f budícího prostředku 22. Budící prostředek 22 má obvyčně vstupy 22a/22b spojené s elektrickým výstupem generátoru 20 za účelem monitorování jeho střídavého napětí a má rovněž řídicí vstupní port 22c pro příjem povelů jiných snímaných parametrů a podobných signálů, takže může být využito množství vstupních signálů způsobem dobře známým v daném oboru za účelem nastavení napětí V_a generátoru 20 řízením charakteristik budícího signálu budící cívky 20f. Podle jednoho aspektu předkládaného vynálezu je generátor 20 typu s permanentním magnetem, kompletně zbavený budící cívky 20f a systém 10 je podobně kompletně zbaven jakékoli formy budícího prostředku 22 a jakýchkoli speciálních senzorů, ovladačů a elektrických propojení spojených s takovýmto budícím prostředkem 22.

Zátěž 18 generátoru, tak jak je možné ji nalézt v hybridním elektrickém vozidle a tak podobně může zahrnovat dvoucestný usměrňovač 24, který usměrňuje střídavé napětí V_a ze svorek 20a a 20b generátoru na pulzující stejnosměrné napětí V' , které se objeví na akumulátorové baterii 26. Řízený spínací prostředek 28 je připojen v sérii s proměnnou zátěží 30, jako je například stejnosměrný elektrický motor a tak podobně, na akumulátorovou baterie 26. Tato sériová kombinace řízeného spínacího prostředku 28 a proměnné zátěže 30 je takto připojena paralelně s akumulátorovou baterií 26 na

výstup dvoucestného usměrňovače 24. Elektrický potenciál na vstupu 28a řízeného spínacího prostředku 28 je selektivně připojován na jeho výstup 28b (a tedy na proměnnou zátěž 30) v odezvě na stav řídicího signálu na vstupu 28c, kterýžto signál je typicky přiváděn přes sběrnici 16.

Z obrázku 2 je vidět, že napětí V_a generátoru je vždy bipolární střídavé napětí 20w s určitou špičkovou hodnotou, která má maximální hodnotu V_{oc} , což je napětí generátoru naprázdno a které má obvykle amplitudu o něco menší, díky poklesu napětí způsobenému průtokem proudu generátoru sériovou impedancí Z generátoru. Ve výstupním napětí V' dvoucestného usměrňovače 24 se půlvlny 20a se zápornou polaritou (nakresleno čárkovaně) invertují díky procesu dvousměrného usměrnění, takže unipolární napětí V' má pouze půlvlny 20p s kladnou polaritou. Proud I' neprotéká jestliže jsou usměrňovací diody dvoucestného usměrňovače 24 polarizovány v závěrném směru, což se děje vždy, když je okamžitá velikost napětí V' menší než napětí V_b akumulátorové baterie 26 připojené na výstup dvoucestného usměrňovače 24. Jakmile je ale okamžitá hodnota napětí V' větší než napětí V_b , jsou diody dvoucestného usměrňovače 24 polarizovány propustně a s jistou špičkovou hodnotou I_p protékají impulzy 32 proudu I' , jak je vidět na dolním průběhu na obr.2. Je-li spínací prostředek 28 v nevodivém stavu, celý proud I' nabíjí a dobíjí akumulátorovou baterii 26. Je-li spínací prostředek 28 vodivý, teče proud z dvoucestného usměrňovače 24 nebo z akumulátorové baterie 26 nebo z obojího spínacím prostředkem 28 do elektrické zátěže 30.

Generátor 20 s permanentním magnetem má Théveninův ekvivalentní obvod podle obr.3, který má mezi svorkami 20a a 20b generátoru zdroj 20y sinusového napětí s hodnotou V_{oc} (která je funkcí otáčivé rychlosti ω vstupní hřídele 20s generátoru) v sérii s impedancí 20z generátoru, tvořenou sériovým odporem 20r a sériovou reaktancí (jalovým odporem) 20x. Ve shodě s jedním aspektem předkládaného vynálezu je zvolena hodnota Z impedance 20z generátoru tak, že nastavuje určitou pracovní strmost M_g , která je definována jako změna výkonu P (v koňských silách) vzhledem k rychlosti S hřídele (v otáčkách za minutu) a která je žádoucím způsobem přizpůsobena strmosti M_d křivky P/S motoru, jako bude podrobně popsáno dále. Strmost M_g může být nastavena manipulací s velikostí R odporové složky a s velikostí X reaktanční složky.

Na obr. 4 je zobrazen graf 40, který má na ose x, označené zde 41, vynesenu otáčivou rychlost S motoru 11 v otáčkách za minutu a na ose y, označené 42, výstupní výkon P motoru v koňských silách. Pro konkrétní naftový motor 11 je možné získat křivku 44 maximálního výkonu P_{max} a se známým spojením mezi motorem a zátěží jeho hřídele i křivku 44' čistého výkonu P_{net} . Křivka 44' těsně sleduje křivku 44. Pro tento konkrétní motor má křivka 44 výkonu v závislosti na otáčkách strmost M_d asi $(240 - 60) \text{ ks} / (2000 - 800) \text{ otmin}^{-1} = 0.15 \text{ ks/ot}$. Generátor 20 má pracovní křivku 46, která je určena jeho výstupním napětím V_g , které je po usměrnění rovné napětí baterie V_b . Generátor 20 tedy má první pracovní křivku 46a výstupního výkonu v závislosti na rychlosti S hřídele 20s pro dolní mez napětí baterie (zde asi 450 V_{ss}) a má další pracovní křivky 46b, 46c, 46d a 46e pro vyšší hodnoty V_b (zde asi $500, 540, 580$ a 620 V_{ss}).

Ve shodě s vynálezem je impedance Z generátoru volena tak, aby pracovní křivka 46 generátoru měla strmost M_g , aproximující pracovní křivku M_d motoru. Obvykle se strmost M_g křivky 46 generátoru nebude pro jakoukoli rychlost S lišit od strmosti M_d křivky 44 motoru při stejné rychlosti o více než faktor dva, tj. minimální strmost M_{gmin} pracovní křivky generátoru bude přibližně $M_d/2$ a maximální sklon M_{gmax} pracovní křivky generátoru bude přibližně $2M_d$.

Má-li například M_d motoru hodnotu 0,15, bude minimální strmost křivky 46 generátoru asi 0,075 (jako horní konec křivky 46e) a maximální strmost křivky 46 generátoru bude asi 0,3 (jako dolní konec křivky 46e). V doposud známých kombinacích motoru a generátoru má pracovní křivka 48 tradičního generátoru typickou strmost M_{old} asi 0,4 koňské síly na otáčku. Je tedy vidět, že přizpůsobený pár motor-generátor bude mít ve shodě s předkládaným vynálezem strmost pracovní křivky menší než pracovní strmost tradičního generátoru, typicky dvakrát až třikrát menší než strmost pracovní křivky tradičního generátoru.

Pro jednu konkrétní kombinaci naftového motoru se špičkovým výkonem 240 koňských sil a generátoru 20 s permanentním magnetem, který dává výstupní výkon při špičkových hodnotách střídavého napětí mezi přibližně 450 a 620 volty bude předvedeno, že generátor 20 je zvolen nejen tak, že je impedančně přizpůsoben hnacímu stroji, ale také tak, že nedává v podstatě žádný výstupní výkon pro otáčivé rychlosti pod přibližně 1000 otáček za minutu. Znatelný elektrický výkon, který může být definován jako více než 5% špičkového výkonu je tudíž poskytován pouze

při rychlostech zvolených tak, aby byly nad oblastí nízké rychlosti, ve které se pro konkrétní použitý motor vyskytují vyšší emise a další nežádoucí vlastnosti.

Jestliže ve shodě s dalším aspektem vynálezu začíná znatelný výkon generátoru při rychlostech hřídele mezi 1000 a 1200 otáček za minutu, dovoluje to minimalizovat emise motoru, zatímco ještě není naftový motor 11 zatěžován, dokud turbodmychadlo motoru postupně nezvýší rychlost tak, aby nezmenšovalo celkovou pracovní rychlost naftového motoru. Rovněž to dovoluje nastavit systém vstřikování paliva naftového motoru tak, že postupně zvyšuje otáčky motoru asi na 1200 otáček za minutu aby vyhověl požadavkům na malý točivý moment před tím, než se zvýší přítok paliva, čímž se dále zmenšují plynné emise i emise pevných částic z motoru 11.

Na obr.5 je graf 50, který má na ose x, označené zde jako 51, vynesena zatěžovací proud I_L a na ose y, označené 52, napětí V_L na zátěži. Zátěž (motor 30) je zátěž s konstantním výkonem, jejíž V-I (napětí-proud) křivka 53 je zobrazena čárkovane. Tato křivka vyjadřuje výkon dodávaný do zatěžovacího motoru a je daná součinem pracovního napětí přibližně rovného napětí generátoru V_g , a pracovního proudu v každém bodě křivky 53. Při dané rychlosti bude generátor 20 pracovat na křivce výkonu generátoru 20 a bude produkovat výkon určený bodem V_b napětí systémové baterie. Pro účely vysvětlení se předpokládá, že výkonová křivka generátoru 20 při první pracovní rychlosti je dána křivkou 55, nakreslenou plnou čarou. Tato křivka 55 je pro vyšší rychlosti (například 2000 ot/min) než druhá křivka 56 pro střední rychlosti (například 1800 ot/min), které jsou ale

stále vyšší než nízké rychlosti třetí pracovní křivky 57 (například 1600 ot/min). Je-li požadavek na výkon z generátoru podstatně nižší než je kapacita generátoru při dané rychlosti, například 2000 ot/min na křivce 55, bude se proud I přirozeně snižovat, což způsobí práci systému v bodě s nižší účinností. Na křivce 55 se dosahuje maximální účinnosti v bodě 55a, přičemž ztráty v rotoru se zvyšují ve směru šipky A a ztráty I^2R se zvyšují ve směru šipky B. Jediné možné pracovní body jsou tam, kde se křivky 53 a 55 protínají, to je v bodech 55p a 55p'. Relativně vysoké napětí generátoru bude normálně určovat práci v bodě 55p, kde je podstatně menší než maximální účinnost pro tuto křivku 55 generátoru. Řídící jednotka 14 zjistí činnost při napětí $V_{0.1}$ a proudu $I_{L.1}$, což je značně vzdálené od bodu 55a a nastaví rychlost naftového motoru 11, to znamená sníží rychlost, za účelem zvýšení účinnosti generátoru. Za určitý čas se sníží rychlost tak, že bude generátor 20 pracovat na křivce 56. Pracovním bodem bude bod 56p, kde se protínají křivky 53 a 56. Pracovní bod 56p je stále dost vzdálen od pracovního bodu 56a, což je pracovní bod s maximální účinností při této nové rychlosti generátoru. Řídící jednotka 14 tudíž pokračuje ve snižování rychlosti motoru, dokud se nedosáhne takové rychlosti, která vytváří křivku 57, kde pracuje generátor v bodě 57p, který je velmi blízko bodu 57a s maximální pracovní účinností. Bylo zjištěno, že přizpůsobením impedance Z generátoru k motoru otáčejícímu hřídelem generátoru, lze dosáhnout minimální účinnosti 94% oproti účinnosti 85%, které obvykle dosahují generátory s pracovní křivkou podobnou křivce 48.

Zatímco byl předkládaný vynález popsán vzhledem k jeho současnému výhodnému uspořádání, budou

09.07.99

odborníkům v daném oboru zřejmě mnohé variace a modifikace. Vynález je ale omezen pouze rozsahem připojených nároků, a v žádném případě podrobnostmi a konkrétním uspořádáním, které byly použity při výkladu.

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Zařízení pro generaci elektrického výkonu, tvořené: prostředkem hnacího stroje, který má výstupní hřídel otáčející se rychlostí (ω) a určující funkci výstupního výkonu, mající pro každou hodnotu (ω) strmost (M_d) výstupního výkonu/ ω ; a generátorovým prostředkem pro vytváření elektrického výkonu v odezvě na otáčení hřídele a s impedancí zvolenou tak, že strmost (M_g) výstupního výkonu generátoru/ ω aproximuje řečenou strmost (M_d).
2. Zařízení podle nároku 1, v y z n a č u j í c í s e t í m, že dále obsahuje prostředek pro řízení rychlosti otáčení hřídele za účelem maximalizace účinnosti zařízení.
3. Zařízení podle nároku 1, v y z n a č u j í c í s e t í m, že impedance generátoru zajišťuje, že strmost (M_g) pracovní křivky není větší než zhruba dvojnásobek strmosti (M_d).
4. Zařízení podle nároku 1, v y z n a č u j í c í s e t í m, že impedance generátoru zajišťuje, že strmost (M_g) pracovní křivky není menší než zhruba polovina strmosti (M_d).
5. Zařízení podle nároku 1, v y z n a č u j í c í s e t í m, že řečený generátorový prostředek dává malý výstupní výkon, menší než zhruba 10% maximálního výstupního výkonu generátoru, pro otáčivé rychlosti (ω) menší než zhruba 1500 otáček za minutu.

6. Zařízení podle nároku 5, v y z n a č u j í c í s e t í m, že pro otáčivé rychlosti (ω) menší než zhruba 1000 otáček za minutu nedává generátor žádný výstupní výkon.
7. Zařízení podle nároku 1, v y z n a č u j í c í s e t í m, že řečený prostředek hnacího stroje je motor spalující uhlovodíkové palivo.
8. Zařízení podle nároku 7, v y z n a č u j í c í s e t í m, že zmíněný motor je naftový turbomotor v hybridním elektrickém vozidle.
9. Způsob generace elektrického výkonu, tvořený kroky (a) použitím hnacího stroje, který má výstupní hřídel otáčející se rychlostí (ω) a určující funkci výstupního výkonu, mající pro každou hodnotu (ω) strmost (M_d) výstupního výkonu/ ω ; (b) použitím generátoru vytvářejícího výstupní výkon v odezvě na otáčení výstupního hřídele; a (c) výběru impedance generátoru tak, že strmost (M_g) výstupního výkonu generátoru/ ω aproximuje strmost (M_d).
10. Způsob podle nároku 9, v y z n a č u j í c í s e t í m, že strmost (M_g) se od strmosti (M_d) neliší více než zhruba dvakrát.
11. Způsob podle nároku 9, v y z n a č u j í c í s e t í m, že dále obsahuje krok změny rychlosti (ω) hnacího stroje za účelem maximalizace účinnosti generátoru.
12. Způsob podle nároku 9, v y z n a č u j í c í s e t í m, že dále obsahuje krok činnosti generátoru bez buzení.
13. Způsob podle nároku 9, v y z n a č u j í c í s e t í m, že dále obsahuje krok volby generátoru tak, že dodává

08.07.99

znatelný elektrický výkon pouze nad předem zvolenou minimální hodnotou (ω).

14. Způsob generace elektrického výkonu v hybridním elektrickém vozidle, tvořený kroky (a) použití hnacího stroje, který má výstupní hřídel otáčející se rychlostí (ω) a určující funkci výstupního výkonu, mající pro každou hodnotu (ω) strmost (M_d) výstupního výkonu/ ω ; (b) použití generátoru vytvářejícího výstupní výkon v odezvě na otáčení výstupního hřídele; a (c) výběru impedance generátoru tak, že funkce strmosti (M_g) výstupního výkonu generátoru/ ω aproximuje strmost (M_d).
15. Způsob podle nároku 14, vyznačující se tím, že strmost (M_g) se od strmosti (M_d) neliší více než zhruba dvakrát.
16. Způsob podle nároku 14, vyznačující se tím, že dále obsahuje krok změny rychlosti (ω) hnacího stroje za účelem maximalizace účinnosti generátoru.
17. Způsob podle nároku 14, vyznačující se tím, že dále obsahuje krok činnosti generátoru bez buzení.
18. Způsob podle nároku 14, vyznačující se tím, že dále obsahuje krok volby generátoru tak, že dodává znatelný elektrický výkon pouze nad předem zvolenou minimální hodnotou (ω).
19. Způsob podle nároku 14, vyznačující se tím, že dále obsahuje kroky výběru naftového motoru jako hnacího stroje, výběru střídavého generátoru, který má vstupní hřídel, jako generátoru a přímého propojení

08.07.99

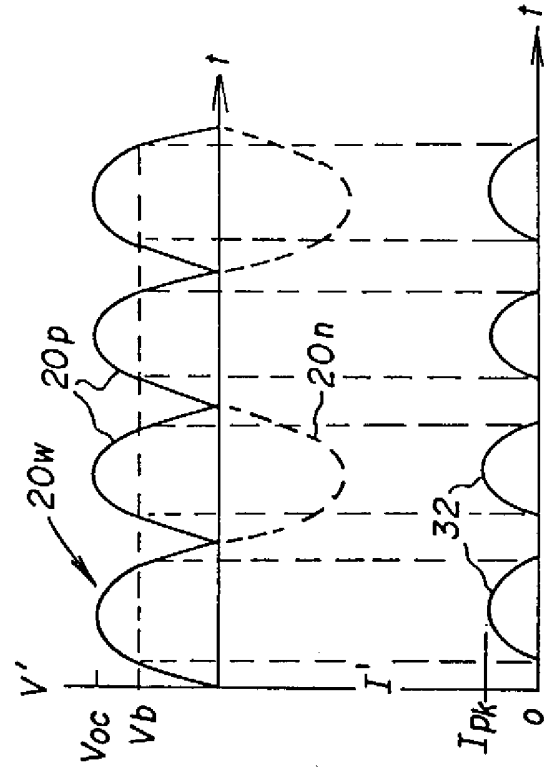
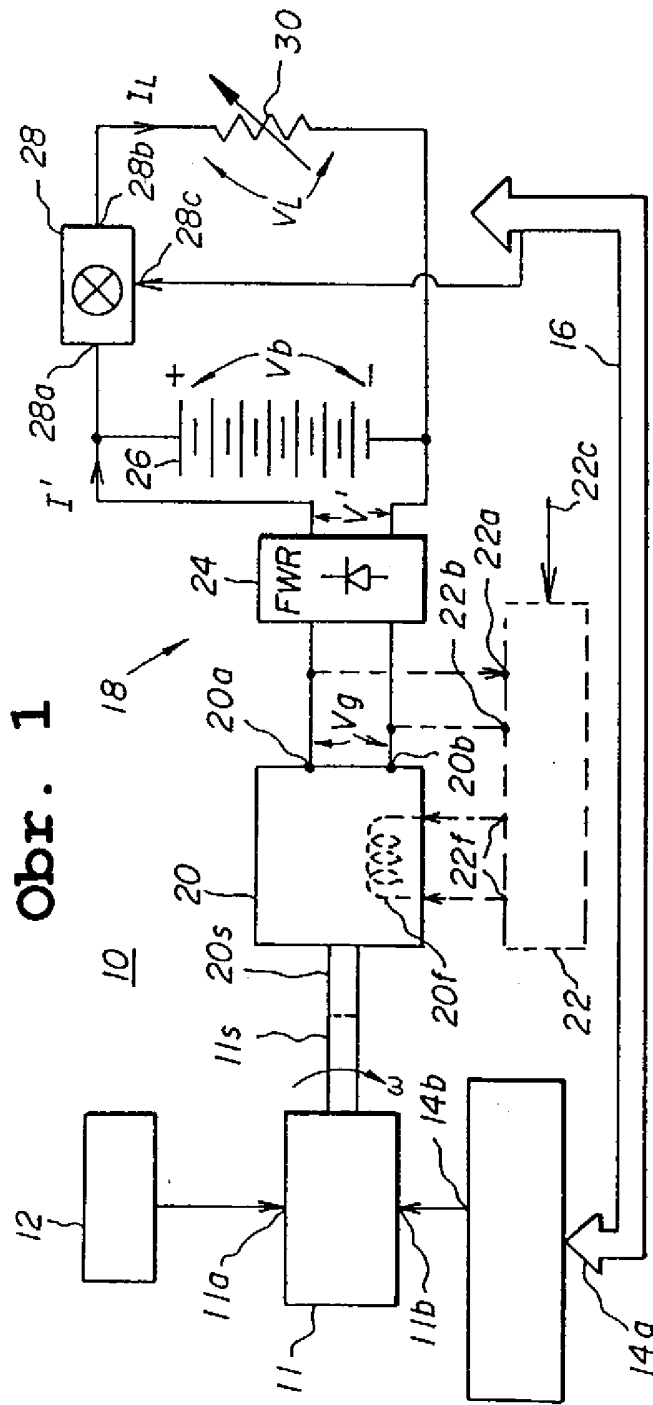
76 420-99

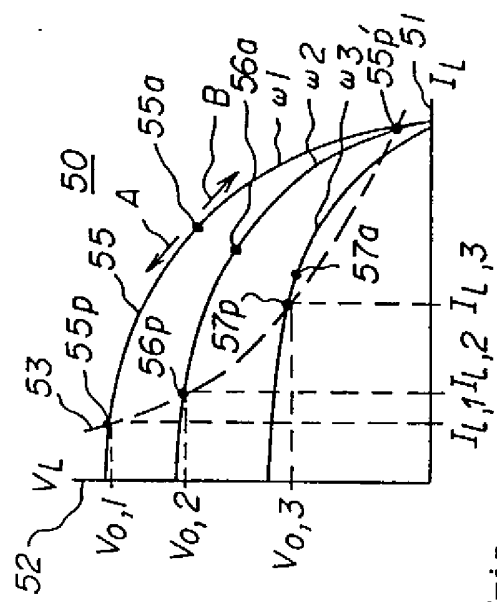
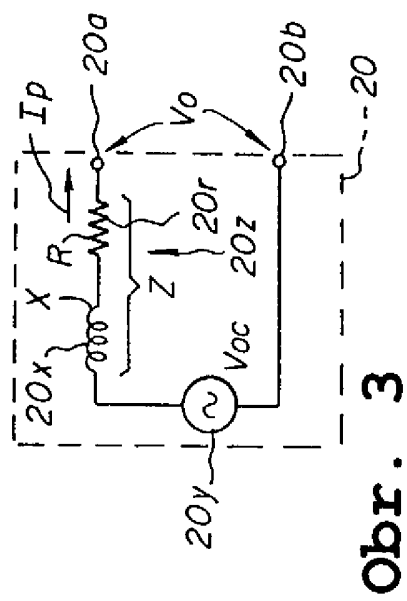
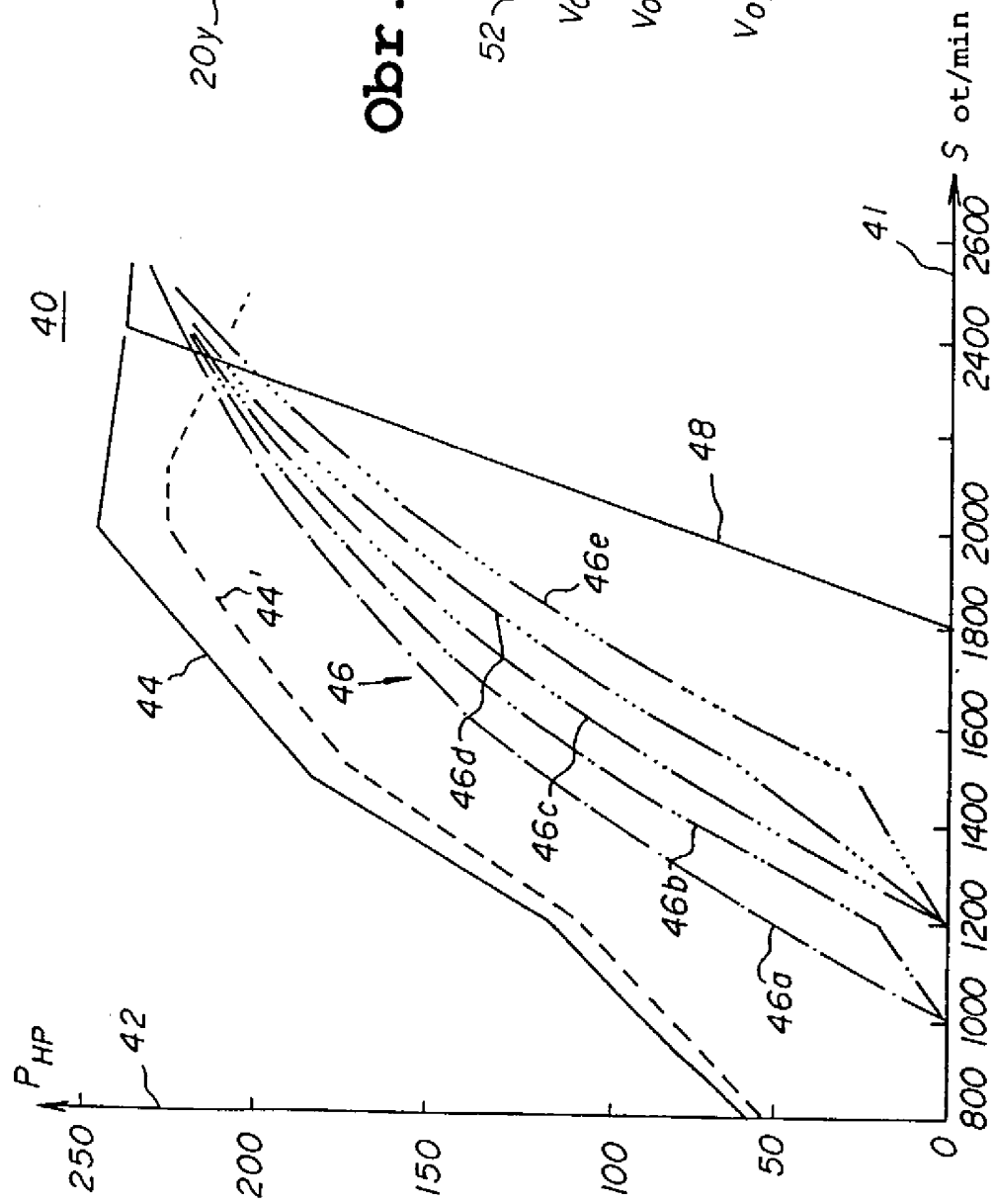
výstupního hřídele motoru se vstupním hřídelem generátoru.

20. Způsob podle nároku 19, vyznačující se tím, že dále obsahuje kroky činnosti generátoru bez buzení, změny rychlosti (ω) hnacího stroje za účelem maximalizace účinnosti generátoru a výběru generátoru tak, aby poskytoval znatelný elektrický výstup pouze nad předem zvolenou minimální hodnotou (ω).

08.07.99

70 420-99





-DV 420-99