



A XI-a Conferință Națională multidisciplinară – cu participare internațională,
"Profesorul Dorin PAVEL – fondatorul hidroenergeticii românești",
SEBEȘ, 2011

GRUP COMBINAT DE ACȚIONARE PENTRU ROBOSCAN

Vlad BOCĂNEȚ, Ioan I. POP, Constantin CHIRIȚĂ

COMBINED DRIVE SYSTEM FOR ROBOSCAN

This paper presents a new drive system for the award winning ROBOSCAN, which is the only mobile Gamma scanner in the world. To ensure the low speed high torque needed for the scanning process, a new drive system needs to be implemented. The proposed solution is a new drive system with a hydrostatic transmission for the work movement and a mechanical transmission for driving between locations. Being a new system, testing was done to define its characteristics. By doing this the testing methods were perfected.

Keywords: hydrostatic transmission, continuously variable transmission, the group combined mechanical-hydraulic, mobile applications

Cuvinte cheie: transmisie hidrostatică, transmisie continuu variabilă, grup combinat mecano-hidraulic, aplicații mobile

1. Introducere

O transmisie hidrostatică este una continuu variabilă care transferă puterea, folosind componente hidraulice. Acestea nu folosesc forța hidrodinamică a fluxului de lichid partea motoare fiind o pompă hidraulică iar componenta condusă un motor hidraulic. Ambele pot fi plasate la distanță în cadrul mecanismului, fiind conectate prin conducte flexibile. Transmisiiile continuu variabile hidrostatice sunt folosite de obicei pentru perioade scurte de timp la solicitări mari din cauza căldurii generate de curgerea uleiului.

Aplicația vizată pentru grupul combinat de acționare (GCA) prezentat este echiparea unui autovehicul dotat cu sistemul ROBOSCAN 1M.

Acesta este un sistem mobil pentru radiografierea containerelor și camioanelor, complet robotizat, care poate fi operat de o singură persoană, de la o distanță sigură pentru a evita total expunerea profesională sau accidentală la radiație ionizantă. În prezent ROBOSCAN 1M este singurul sistem din lume care asigură protecția totală a operatorilor împotriva radiației ionizante produsă de sistemele de radiografiere [3].

ROBOSCAN 1M cumulează pe o platformă unică, într-un produs de înaltă complexitate, tehnologii precum: fizică nucleară, electronică, informatică, telecomunicații, mecanică, hidraulică, pneumatică, calcul cu elemente finite ce necesită pregătire transdisciplinară în aceste domenii [4].

Invenții similare GCA sunt prezentate în brevetul US 5826460 A din data de 27 oct.1998 [5] și în brevetul US 6.393.944 B1 din 20 mai 2002 [6] înregistrate de firma Omsi Trasmissioni S.p.A. (Italia) în Statele Unite ale Americii. Acestea sunt sisteme integral mecanice. De asemenea sunt cunoscute grupuri reductoare cu angrenaje cilindrice, planetare și cuplaje, cum sunt cele din brevetele de invenție DE1816069, IT01277770, US5826460, US 6393944, la care rapoartele de transmitere sunt modificate prin traseele cinematice determinate de comanda cuplajelor.

2. Descrierea Grupului Combinat de Acționare

Invenția se referă la un grup combinat de acționare cu angrenaje, cuplaje și sistem hidrostatic de acționare și comandă utilizabil și în structura autovehiculelor utilitare sau utilajelor autopropulsate și destinat deplasării acestora după o ciclogramă impusă.

Problema pe care o rezolvă invenția este realizarea unui grup de acționare care să permită transmisia de la sursa motor-cutie de viteză către sistemul de rulare a autovehiculelor sau utilajelor autopropulsate în cele două regimuri de lucru pentru deplasarea între locații, și pentru deplasarea tehnologică reglabilă continuu, presetată prin automat programabil.

Transmisia este formată dintr-un arbore de intrare 1, coaxial cu un arbore de ieșire 2, ce se sprijină prin intermediul unui rulment 3, pe arborele de intrare, cuplarea dintre cei doi arbori 1 și 2, pentru

realizarea de către autovehicul a regimului de lucru pentru deplasarea între locații, se obține prin două semicuplaje disc 4, 5, care instalate fiind pe cele două capete a, b, ale arborilor prin niște îmbinări cu caneluri c, d, semicuplaje apropiate prin comandă, se obține printr-o dantură frontală e, cuplarea celor două semicuplaje 4, 5, și deci un raport de transmisie 1:1.

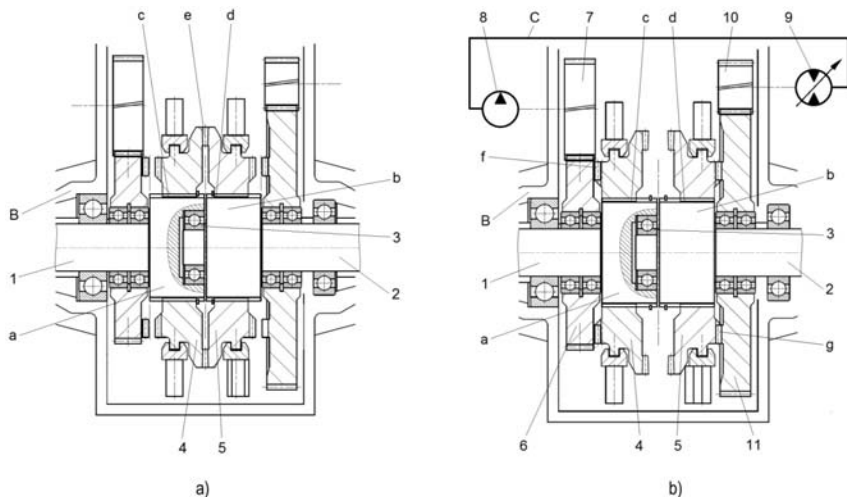


Fig. 1 Schema generală a transmisiei hidrostatice a grupului:
a) poziția de cuplare 1:1; b) poziția de cuplare hidrostatică

Pentru deplasarea tehnologică este necesară comanda semicuplajului 4, de pe arborele de intrare pentru cuplare prin intermediul unei danturi frontale f, cu o roată dințată 6, montată liber pe arbore, realizând prin aceasta antrenarea roții și de aici transmisia mișcării de rotație unei roți dințate 7, conduse ce antrenează un grup pompă hidrostatică dublă 8, ce face parte dintr-un sistem de acționare C, pompă - motor hidrostatic de forță, comandat și presetat cu un automat programabil (îndeobște cunoscut), asamblat în afara carcasei B, a transmisiei mecanice.

Motorul hidrostatic 9, antrenează un pinion 10, aflat în interiorul carcasei B, și care la rândul lui antrenează o roată dințată 11, montată liber pe arborele de ieșire 2, roată 11, ce poate antrena arborele 2, dacă semicuplajul 5, de pe arborele de ieșire 2, este comandat și realizează cuplarea cu roata 11, printr-o dantură de cuplaj frontală g. Astfel se obține un raport de transmisie reglabil prin sistemul hidrostatic și convenabil regimului tehnologic de mișcare a autovehiculului.

3. Testarea Grupului Combinat de Acționare

Pentru testarea GCA s-au folosit metode de testare și realizarea unui stand de testare, prin încărcare la cuplu, a grupurilor combinate de acționare care permit transmisia de la sursa motor termic-cutie de viteză către grupul conic-sistemul de rulare a autovehiculelor sau utilajelor autopropulsate în cele două regimuri de lucru pentru deplasarea între locații, și pentru deplasarea tehnologică reglabilă continuu, presetată prin automat programabil.

În evaluarea transmisiei mecanice s-a urmărit monitorizarea temperaturii din interiorul CGA, T_t , a temperaturii mediului ambiant, T_m și a zgomotului (dB). De asemenea, s-a monitorizat turația de intrare n_i , care este practic turația motorului electric, controlată prin intermediul convertizorului, turația de ieșire n_e și momentul de încărcare F cu ajutorul traductorului plasat pe cutia de viteze secundară. Testele s-au realizat atât pentru treptele de viteză înainte cât și pentru marșarier.

S-au realizat o serie de calcule pentru determinarea parametrilor necesari funcționării sistemului. În cele ce urmează se prezintă un extras din breviarul de calcul realizat.

În cazul aplicației pentru ROBOSCAN 1M pentru întreținerea mișcării este nevoie de o forță de tracțiune F_t care este:

$$F_t = G (f + p) = 5000 \cdot 0,035 \cdot 2 = 350 \text{ daN} \quad [7] \quad (1)$$

unde: G – greutatea maximă în [daN]; f – rezistența la rulare ($f = 0,035$ pentru pământ uscat bătătorit); p – panta maximă ($p = 0,035$ pentru o pantă de 3,5 % acoperitoare).

Puterea necesară la roată P_{nec} este:

$$P_{nec} = P_d + P_{palier} = F_d v + F_t v = (F_d + F_t) v = 13666 \text{ W} \quad [7] \quad (2)$$

unde: P_d – puterea necesară la demaraj; v – viteza de deplasare ($v_{max} = 2 \text{ m/s}$); F_d – rezistența la demaraj pentru un spațiu de accelerare de 3 m până la v_{max} .

$$F_d = (G v^2) / 2s = 3333 \text{ N} \quad [7] \quad (3)$$

Momentul la roată este dat de relația:

$$M_r = (F_d + F_t) R_s = 2186,56 \text{ Nm} \quad [7] \quad (4)$$

După realizarea calculelor s-au efectuat o serie de nouă teste, prezentându-se doar cinci cele mai relevante. Primele teste au fost pentru calibrarea echipamentului de măsurare și optimizarea plasamentului senzorilor.

În diagrama din figura 1 este prezentată variația temperaturii din CGA în timpul testelor. În aceeași diagramă se poate observa și evoluția temperaturii de la test la test. Astfel, la început, când uleiul din CGA este rece, temperatura variază în jurul valorii de 30 °C având o valoare minimă de 28,774 °C și 30,960 °C rezultând o variație de 2,185 °C în decursul a 150 s (aproximativ 2,5 min.)

La polul opus, în ultimul test (testul 9) variația temperaturii se aplatizează. Temperatura ajunge la valoarea de 80 °C, de la valoarea minimă de 79,629 °C la 80,101 °C rezultând o variație de 0,471 °C în decursul a 103 s.

Temperaturile relativ mari rezultă din frecările lagărelor de rulare și eventualele frecări din cadrul cuplajelor frontale ce realizează transmiterea raportului de 1:1.

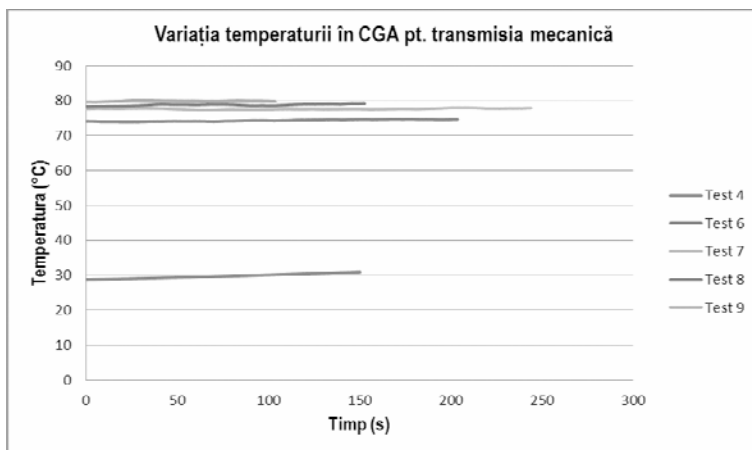


Fig. 1 Variația temperaturii pentru cele cinci teste ale transmisiei mecanice 1:1

În plus față de calculele efectuate în cazul transmisiei mecanice, la transmisia hidrostatică se mai calculează și momentul la ieșirea din hidromotor, care este:

$$M_{oh} = M_r / i_k = 462,57 \text{ Nm} \quad [7] \quad (5)$$

În diagrama din figura 2 se prezintă variația turațiilor de ieșire și intrare și, pe o scală secundară, momentul dezvoltat.

S-a ales testul 2 ca fiind reprezentativ, celelalte având o evoluție similară.

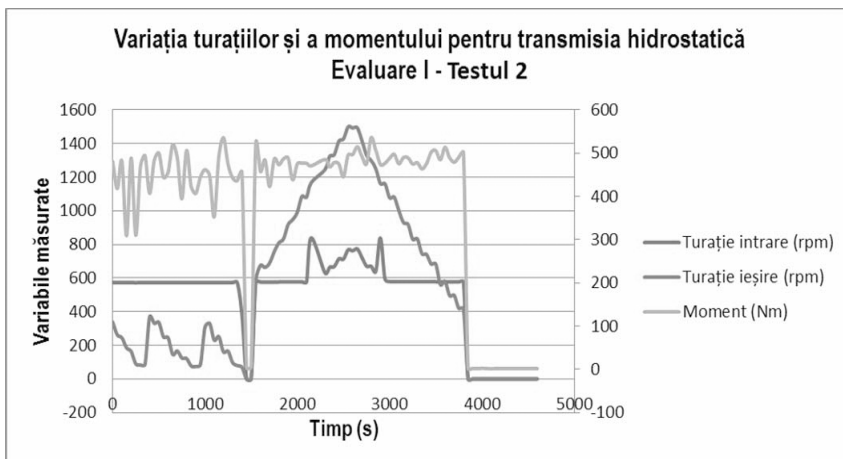


Fig. 2 Variația turației de intrare, turației de ieșire și a momentului transmisiei hidrostatice în cadrul testului 2

În intervalul 1450-1500 s se observă o scădere abruptă a cantităților măsurate, aceasta fiind singura caracteristică comună. Turația de intrare prezintă o variație relativ constantă cu excepția unor zone de variație în intervalele 1450-1500 s și 2150-2900 s.

În mod distinct turația de ieșire crește liniar pe intervalul 1900-2550 s atingând valoarea maximă de 1498 rpm, face un palier pe durata a aprox. 100 s și scade iar liniar pe intervalul 2650-3800 s.

Momentul variază diferit față de turații.

Astfel, până la momentul $t = 1450$ s intervalul de variație a momentului este de 300-500 Nm, cu mici variații în afara acestuia. După acest moment intervalul de oscilație este 400-500 Nm.

Momentul maxim este atins la $t = 1200$ s și înregistrează valoarea 536,17 Nm

4. Concluzii

■ În cadrul experimentelor efectuate s-au testat atât transmisia mecanică cât și cea hidrostatică. În cazul fiecăreia s-au achiziționat

anumite serii de parametri. Astfel, în cazul transmisiei mecanice, s-au colectat informații legate de temperatura uleiului din CGA, turația de intrare și momentul dezvoltat.

■ La transmisia hidrostatică s-a urmărit înregistrarea turației de intrare și cea de ieșire (a hidromotorului), a temperaturii uleiului și a momentului dezvoltat. S-a dorit măsurarea și a altor parametri precum nivelul de zgomot presiunea din cilindru de acționare sau debitul, dar din motive tehnice nu s-au putut realiza.

■ În cadrul unora din teste pentru transmisia mecanică (la variația turației de intrare) s-au observat unele "vârfuri" care pot fi datorate unor erori ale echipamentului de achiziție sau a traductorilor. De aceea, la testări viitoare se recomandă testarea/retestarea echipamentului de măsurare.

■ De asemenea în unele fișiere de stocare a semnalelor achiziționate se observă o dereglare a variabilei "Time". Valorile semnalelor de pe canalele de achiziție nu par a fi afectate de această problemă, dar se recomandă a fi luat în considerare și acest fapt.

■ În cazul testării transmisiei mecanice se observă faptul că odată ajunsă la un anumit nivel, temperatura se stabilizează (în jurul valorii de 80 °C), variațiile fiind sub 0,5 °C. Preferabil transmisia mecanică trebuie să transmită în raport 1:1 mișcarea cu variații minime ale cuplului. Îndeplinirea acestei condiții se poate observa în diagrama în care sunt prezentate turația de intrare și momentul.

■ Transmisia hidrostatică s-a verificat în decursul a două zile în două regimuri de lucru: unul continuu și un al doilea cu variații ale turației de intrare. În cazul regimului de lucru continuu se poate observa o creștere aproape liniară (ușor logaritmică) a temperaturii care se stabilizează în jurul unei valori maxime de 54 °C. Se observă o încălzire mai scăzută a sistemului față de transmisia mecanică, valoarea maximă în acest caz fiind 54 °C față de 80 °C ca în cazul transmisiei mecanice.

Acest lucru corelat cu faptul că funcționarea transmisiei hidrostactice va fi doar pe intervale relativ scurte de timp (comparativ cu cea mecanică) relevă faptul că temperatura în timpul funcționării transmisiei hidrostactice nu va ridica probleme de supraîncălzire. Turația de intrare, cea de ieșire și momentul rămân în acest caz relativ constante.

NOTĂ: Această lucrare a beneficiat de suport financiar prin proiectul "Studii doctorale în științe inginerești în scopul dezvoltării societății bazate pe cunoaștere - SIDOC ", contract: POSDRU/88/1.5/S/60078, proiect cofinanțat

BIBLIOGRAFIE

- [1] * * * *Hydrostatic Transmissions, Hydraulics & pneumatics*, 3 Dec. 2010, <http://www.hydraulicspneumatics.com/200/TechZone/HydraulicPumpsM/Article/True/6450/TechZone-HydraulicPumpsM>.
- [2] Axinti, G., Axinti, A. S. *Aționări hidraulice și pneumatice – Componente și sisteme, funcții și caracteristici*, Editura "TEHNICA-INRO", Chișinău, 2008.
- [3] * * * *Roboscan*, HotNews, 6 Feb. 2011, <http://www.hotnews.ro/stiri-esential-5550951-constantin-sima-executive-manager-firmei-romanesti-care-castigat-marele-premiu-salonul-inventii-geneva-bucura-stirea-despre-acest-premiu-faca-mai-multa-audienta-presa-din-romania-decat-arestarea-lui-g.htm>.
- [4] * * * *Comunicat de presă MBTelecom*, MBTelecom, 6 Feb. 2011 <<http://www.mbtelecom.ro/ro/news/Comunicat%20presa%20MBT%20Geneva.htm>>.
- [5] Soncina, G., Soncina, V.R., *Intermediate total power takeoff for trucks and self-propelled machines for various operations*, Brevetul nr. 5,826,460 din data 27 Oct. 1998, Omsi Transmissions S.p.A.
- [6] Soncina, G., Soncina, V.R., *Intermediate total power takeoff for trucks and self-propelled machines for various operations*, Brevetul nr. 6,393,944 din data 28 Mai 2002, Omsi Transmissions S.p.A.
- [7] Calfa, D., *Breviar de calcul pentru GCA*, SC Hydramold SRL, 2010.
- [8] Chiriță, C., Damian, L., Hanganu, A., Calfa, D., *Grup combinat mecano-hidraulic de acționare*, propunere de brevet nr. A/ 00583/ 05.07.2010, SC Hydramold SRL, Iași, România.
- [9] Chiriță, C., Damian, L., Hanganu, A., Calfa, D., *Metode și stand de testare, prin încărcare la cuplu, a grupurilor combinate de acționare*, propunere de brevet nr. A/ 00890/ 24.09.2010, SC Hydramold SRL, Iași, România.
- [10] Ciorchină, C., *Buletin de încercări nr. 1*, SC Hydramold SA, Iași, România.
- [11] Pop, I.I., Vidican, P., *Sonicitate Mecanică - convertoare de cuplu Gogu CONSTANTINESCU*, Editura PERFORMANTICA, România, 2010.
- [12] Deacu, L., Pop, I.I., *Hidraulica mașinilor-unelte*, Institutul Politehnic Cluj-Napoca, Facultatea de Mecanică, Cluj-Napoca, România, 1983.

Drd.Ing. Vlad BOCĂNEȚ

Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca

e-mail: vlad.bocanet@gmail.com

Prof.Dr.Ing. Ioan I. POP

Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, membru AGIR

e-mail: ioanpop@yahoo.com

Conf. Dr.Ing. Constantin CHIRIȚĂ

Universitatea Tehnică "Gh. Asachi", Iași

e-mail: constantin.chirita@hydramold.com