

PRACTICA OSIM

Literatura de brevete, tezaur de informație tehnică Șuruburi cu bile - istoric și dezvoltări

ing. Adrian **NEGOIȚĂ**

Introducere

Literatura de brevete a fost recunoscută și utilizată în țările puternic dezvoltate ca o sursă valoroasă de informație tehnică, iar în prezent este utilizată într-o măsură din ce în ce mai mare și în țările în curs de dezvoltare, ca un instrument important de dezvoltare tehnologică și economică.

În acest sens, bazele de date conținând literatură de brevete prezintă două importante avantaje: pe de o parte, majoritatea sistemelor de brevetare la nivel mondial impun, ca o condiție esențială în acordarea unui brevet de invenție, ca inventatorul să dezvăluie invenția sa într-o manieră suficient de clară și completă, astfel încât o persoană de specialitate în domeniu să o poată realiza prin simpla lectură a descrierii și a eventualelor desene; pe de altă parte, existența cel puțin a unui sistem de clasificare unitar la nivel mondial, a domeniilor tehnice de care aparțin invențiile, permite selectarea rapidă și precisă a informațiilor tehnice relevante, pentru orice persoană interesată.

Nu în ultimul rând trebuie menționat și faptul că majoritatea documentelor de brevet conțin o aceeași succesiune bine definită de capitole, astfel încât fiecare utilizator să poată regăsi cât mai ușor informațiile de care are nevoie.

Dezvoltarea în ultimii ani a mijloacelor electronice de comunicație, precum și a celor de stocare și procesare a datelor a făcut posibilă apariția unor baze de date conținând, fiecare, mai multe milioane de documente de brevet¹. Cu o astfel de disponibilitate referitoare la stadiul tehnicii, pare greu de crezut că mai poate fi inventat ceva în zilele noastre, însă publicarea la nivel mondial (anul 2009) a peste 1,5 mil. de cereri de brevet² pare să contrazică această idee.

¹ Vezi, de exemplu, Esp@cenet (peste 60 mil. documente din aproximativ 90 de țări și regiuni), bază de date administrată de Oficiul European de Brevete.

² Nu există date statistice centralizate la nivel mondial, însă, cumulativ, WIPO, EPO, USPTO, JPO, SIPO și KIPO au publicat peste 1 mil. documente (conform rapoartelor anuale pe anul 2009 publicate de fiecare Oficiu în parte).

Fiind prezentată uriașa cantitate de informații tehnice stocate în bazele de date conținând literatura de brevet, precum și disponibilitatea documentelor de brevet din întreaga lume, prezentul material își propune să aducă în atenția tuturor specialiștilor implicați în cercetarea și dezvoltarea de noi produse, câteva din facilitățile oferite de OSIM, prin examinarii săi de brevete, ce au acces la sistemul EpoqueNet dezvoltat de Oficiul European de Brevete (EpoqueNet reprezintă o sumă de programe ce permit accesarea a peste 70 de baze de date cuprinzând atât literatură de brevet, cât și non-brevet, vizualizarea documentelor selectate în urma utilizării uneia sau mai multor baze de date, salvarea listelor cu documente, salvarea documentelor, imprimarea printr-o singură comandă etc.).

Prezenta lucrare, structurată în două părți, se bazează pe un exemplu concret, respectiv, posibilitatea de regăsire a documentelor conținând informații referitoare la șuruburile cu bile, începând cu primele soluții constructive brevetate și terminând cu ultimele inovații și domenii spectaculoase de utilizare a acestor ansambluri de transmisie.

Prezentare generală

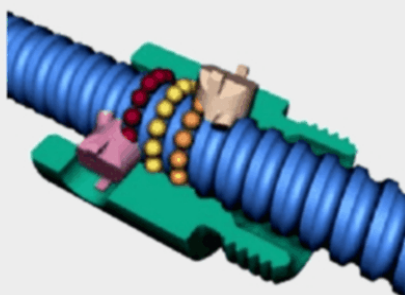


Fig. 1 - Secțiune printr-un model ilustrativ de șurub cu bile (SKF)

Șurubul cu bile, așa cum îl cunoaștem astăzi, reprezintă un ansamblu destinat transformării mișcării de rotație într-o mișcare de translație și este alcătuit, în general, dintr-un **ax filetat**, ce prezintă un profil special, elaborat în condiții asemănătoare celor impuse rulmenților, **bile** prin intermediul cărora este asigurată mișcarea de translație a piuliței, **piuliță** ce constituie al treilea element al ansamblului și care prezintă un profil conjugat celui al axului filetat.

Caracteristicile principale ale acestui ansamblu de transmitere a mișcării, și care l-au impus în aproape toate domeniile industriale, de la construcția de avioane și autovehicule, la mașini-unelte de mare precizie, și, nu în ultimul rând, în domeniul echipamentelor și dispozitivelor medicale, constau într-un coeficient de frecare redus, datorat unei frecări de rostogolire, comparativ cu frecarea de alunecare existentă într-un ansamblu șurub-piuliță clasic ($\eta=85-95\%$ față de $\eta=55-65\%$), randamentul foarte ridicat (în mod obișnuit 90% din cuplul motor este transformat în forță de împingere), capacitatea de a fi pretensionate (pentru evitarea jocurilor axiale), precizie ridicată, robustețe deosebită și capacitatea de încărcare ridicată, pentru a aminti doar câteva dintre acestea.

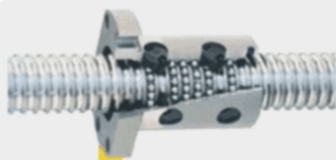


Fig. 2 - Secțiune printr-un șurub cu bile (SKF) în miniatură, utilizat în domeniul echipamentelor medicale

Din punct de vedere constructiv, șuruburile cu bile sunt produse astăzi în gama de diametre 6...200 mm (interval de dimensiuni devenit standard, fig. 2), din materiale metalice sau ceramice (carburi și nitruri de siliciu, alumina, zirconia - fig. 3, 4),

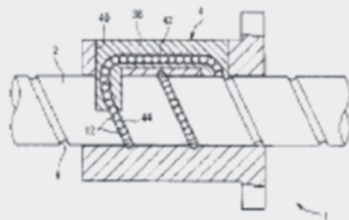


Fig. 3 - Șurub cu bile ceramice (nitrură sau carbură de siliciu) NSK³

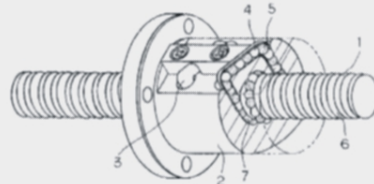


Fig. 4 - Șurub cu bile ceramice Si₃N₄³

cu profiluri dintre cele mai diverse (semicircular sau ogival - fig. 5), cu una sau mai multe piulițe, cu sisteme de recirculare internă a bilelor (fig. 6) sau cu recirculare externă a bilelor (fig. 7).

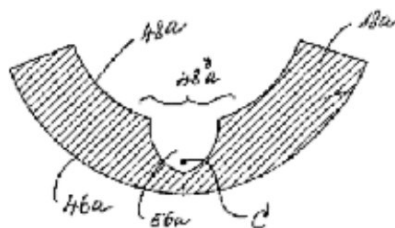


Fig. 5 - Secțiune transversală profil ogival, șurub cu bile⁴

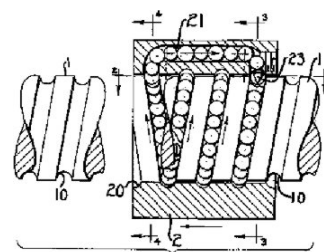


Fig. 6 - Șurub cu bile cu recirculare internă a bilelor⁵

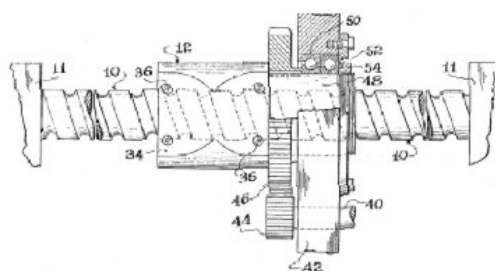


Fig. 7 - Șurub cu bile cu recirculare externă a bilelor⁶

³ JP2007177951 A (12.07.2007, NSK Ltd)

⁴ DE10003619 A1 (09.08.2001, REXROTH STAR)

⁵ US2298011 A (06.10.1942, INTERNAT MULTIFEED DRILLS)

⁶ US3367201 A (06.02.1968, HARRY ORNER)

Apariția primelor șuruburi cu bile

Pentru că, așa cum menționam în partea introductivă a acestui material, bazele de date conținând literatură de brevet reprezintă colecții impresionante de soluții tehnice⁷, unele dintre acestea apărute acum aproximativ 200 de ani⁸, cercetările efectuate de autor s-au bazat exclusiv pe accesarea bazelor de date conținând documente de brevet⁹.

Rezultatele obținute se bazează pe combinarea ecuațiilor de căutare în baze de date de tip rezumat, precum Epodoc (cuvintele-cheie utilizate au fost îndreptate cu precădere pentru selectarea documentelor de brevet aparținând anumitor firme de prestigiu în domeniul producerii șuruburilor cu bile [de exemplu "(ball 3d screw)/ti and SKF/pa" = firma SKF solicitant al cererii de brevet de invenție al cărui titlu conține cuvintele "ball" și "screw" despărțite de cel mult trei cuvinte, cuvintele-cheie dispuse în oricare ordine] și full-text (cuvinte-cheie direcționate în textul integral al documentului), și, pentru o rafinare adecvată, în special setul de revendicări [de exemplu, "(ball 3d screw)/clms s (axial 3d pump)" = regăsirea în revendicările documentului de brevet a cuvintelor "ball" și "screw", despărțite de cel mult trei cuvinte, cuvintele-cheie dispuse în oricare ordine, și a cuvintelor "axial" și "pump" în aceeași frază].

Din cercetarea documentară efectuată, a rezultat că primele soluții constructive, implicând șuruburi cu bile, au apărut la începutul secolului XX, înglobate în cadrul unor mecanisme de transformare a mișcării de rotație în mișcare de translație, toate aceste mecanisme revendicând o reducere semnificativă a coeficientului de frecare, comparativ cu ansamblul șurub cu piuliță clasic.

Astfel, un prim document GB 190012220 A (R. Griffin și M. Orr, 04.04.1901, fig. 8) face referire la un ansamblu șurub-piuliță îmbunătățit, utilizat în cadrul unei mașini de periere a sticlelor sau borcanelor (GB190012343 A, 25.05.1901, R. Griffin și M. Orr, fig. 9).

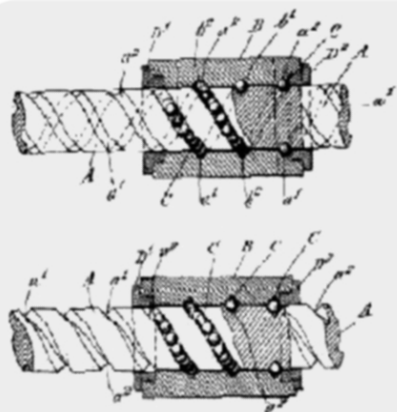


Fig. 8 - Exemple de ansambluri șurub cu bile, concepute la nivelul anului 1900

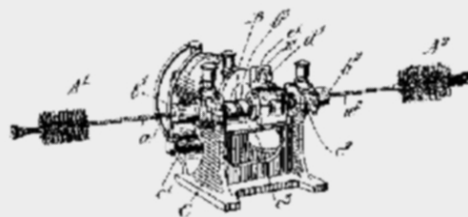


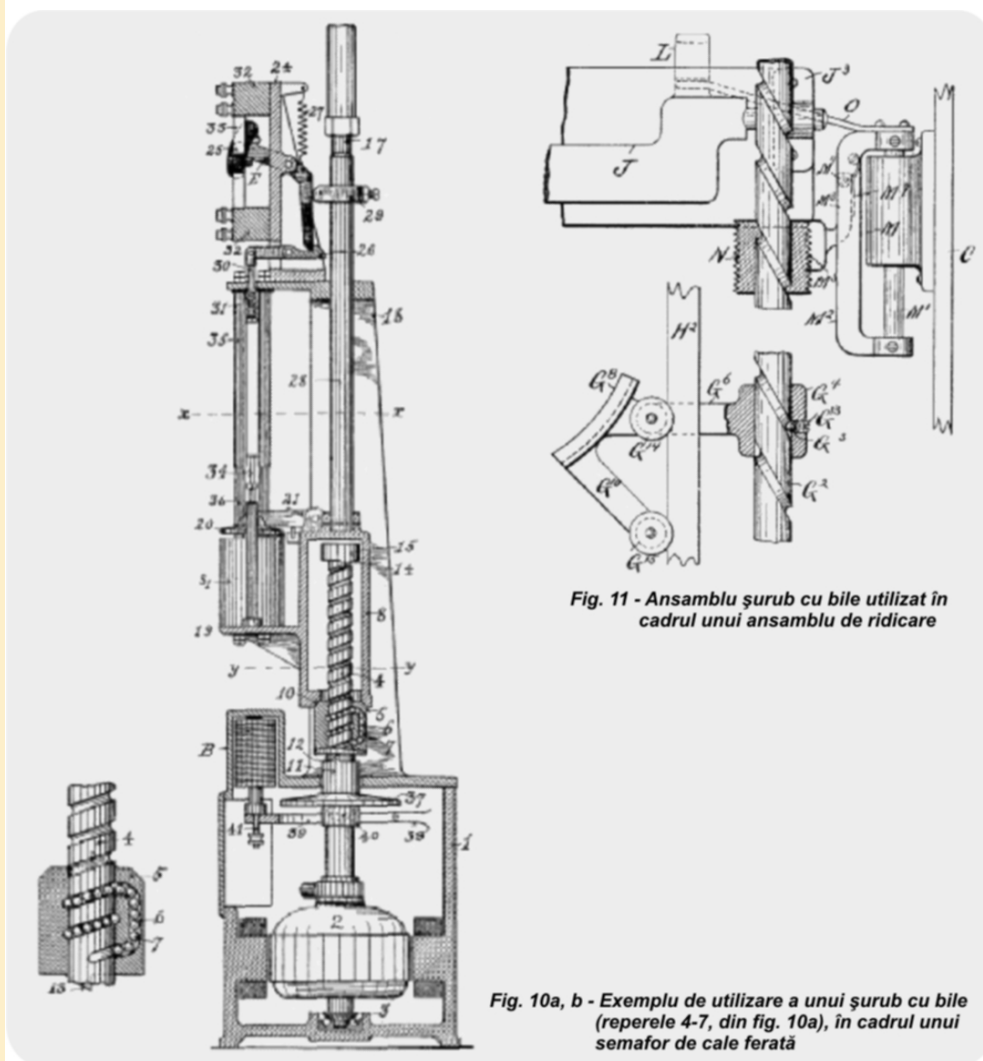
Fig. 9 - Exemplu de mașină de periere a sticlelor sau borcanelor în care au fost înglobate cele două exemple de șuruburi cu bile din fig. 8

⁷ Epodoc - una dintre bazele de date de tip rezumat accesibilă prin EpoqueNet System conține peste 60 mil. doc

⁸ Brevetul de invenție US 1 - publicat la data de 13.07.1836

⁹ EpoqueNet System (Epodoc-bază de date de tip rezumat, și TXTE - colecție de baze de date de tip full-text, conținând documente de brevet în limba engleză, US, GB, EP-EN, WO-EN, AU)

Alte exemple de utilizare a șuruburilor cu bile pot fi găsite, de exemplu, în documentele US 832195 (General Railway Signal Company, 02.10.1906, fig. 10), ce fac referire la un semafor destinat semnalizării pe calea ferată, în cadrul căruia porțiunea superioară a unui arbore motor este cuplat direct cu un șurub pe care este montată o piuliță prevăzută cu un canal de retur al bilelor, și care transformă mișcarea de rotație a șurubului într-o mișcare de translație, cu avantaje evidente din punct de vedere al frecării¹⁰, și US 658885 (J. Wellner, 02.10.1900, fig. 11), ce face referire la un instrument muzical mecanic, în care o mișcare de deplasare către în sus a plăcilor de sunet este realizată printr-un mecanism de tip șurub cu bile, ilustrat mai jos, în fig. 11.



Dezvoltarea industriilor constructoare de autovehicule sau mașini unelte a condus la o cerere tot mai mare de ansambluri de șuruburi cu bile având performanțe tot mai ridicate referitoare la coeficientul de frecare, viteza de avans a piuliței, comportamentul sub efectul sarcinii de încărcare, precizia pasului, nivelul de zgomot

¹⁰ US 832195 (p. 1, rând 86 - p. 2, rând 51)

sau durata de viață a ansamblului, astfel că la mijlocul secolului XX putem întâlni deja o multitudine de soluții constructive de șuruburi cu bile, din care sunt prezentate mai jos doar câteva, considerate de autor ca reprezentative, pe baza caracteristicilor tehnice prezentate de inventatori pe parcursul descrierilor ce au stat la baza cererilor de brevet de invenție.

Un prim exemplu se referă la un șurub cu bile utilizat în cadrul unui ansamblu de transmisie liniar¹¹, în care au fost eliminate elementele necesare recirculării bilelor, pentru a se reduce suplimentar frecarea și pentru a crește și mai mult eficiența ansamblului de transmisie (fig. 12a, b).

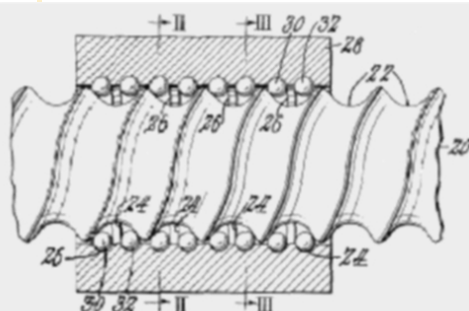


Fig. 12a - Secțiune transversală prin ansamblul șurub cu bile având filetul 22 (calea de rulare a bilelor) cu un profil sinusoidal

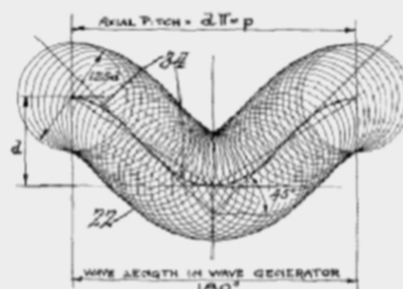


Fig. 12b - Imagine desfășurată a filetului (calea de rulare a bilelor)

Un alt exemplu¹² se referă la mijloace concepute tocmai pentru recircularea bilelor în cadrul unui ansamblu șurub cu bile, tubul de recirculare (fig. 13a) fiind realizat prin turnare în interiorul unui element de ghidare prevăzut și cu niște proeminențe deflectoare (fig. 13b), destinate îmbunătățirii procesului de recirculare a trenului de bile.

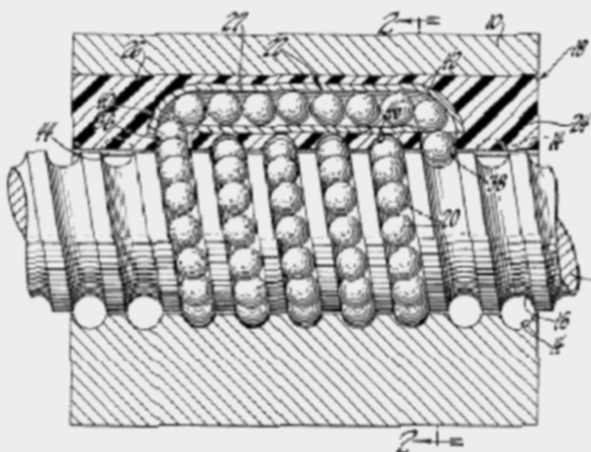


Fig. 13a - Secțiune transversală, ilustrând tubul de recirculare a trenului de bile

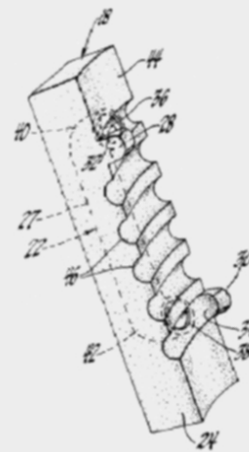


Fig. 13b - Vedere de detaliu a elementului de ghidare 24, prevăzut cu proeminențele deflectoare 30

¹¹ US3056311 A (10.02.1962, UNITED SHOE MACHINERY CORP)

¹² US3327551 A (27.06.1967, GEN MOTORS CORP)

Exemplul următor se referă la un mecanism de acționare liniar¹³, încorporând un ansamblu șurub cu bile ce permite o deplasare secvențială, cu o viteză constantă a piuliței, și care asigură o reducere a vitezei acesteia la capăt de cursă.

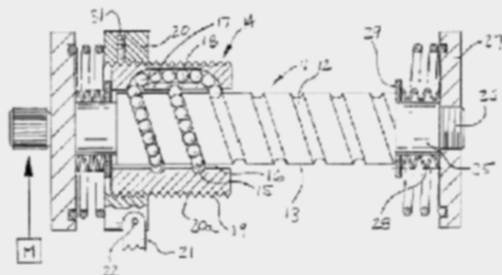


Fig. 14 - Vedere în secțiune ansamblu șurub cu bile cu dispozitiv de recirculare a bilelor

Utilizarea ansamblului șurub cu bile în domeniul echipamentelor medicale

Performanțele tot mai ridicate, asociate cu ansamblurile șurub cu bile, le-au impus pe acestea din urmă chiar și în domeniul echipamentelor medicale, cum ar fi, de exemplu, pentru diferite proteze, pompe pentru dispozitivele de separare a sângelui, din chirurgia cardiacă, elemente de deplasare a suporturilor pentru mostre din cadrul dispozitivelor automate de analiză, pompe axiale, utilizate pentru deplasarea sângelui printr-o unitate de dializă, ș.a.m.d.

Exemplele de mai jos prezintă un ansamblu șurub cu bile utilizat pentru:

- un dispozitiv de antrenare a unei pompe de sânge¹⁴ (fig. 15) sau o pompă cardiovasculară¹⁵ (fig. 16);

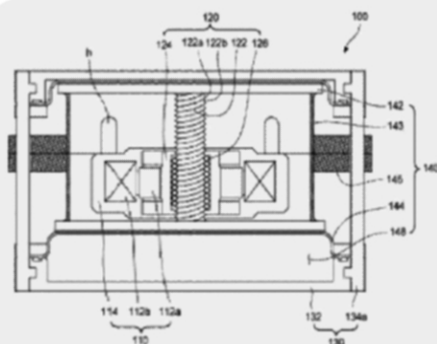
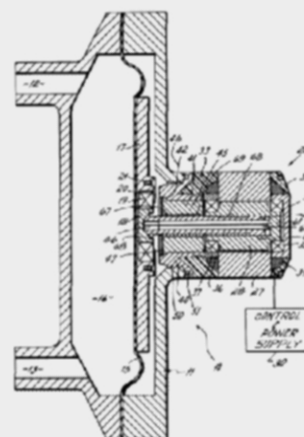
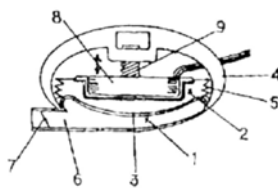


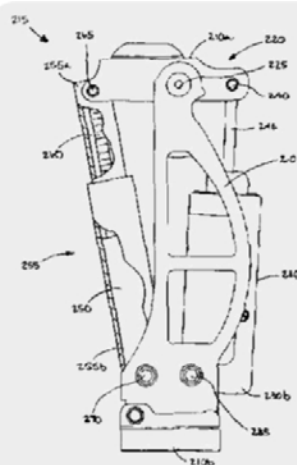
Fig. 15 - Vedere în secțiune a dispozitivului de antrenare a pompei de sânge



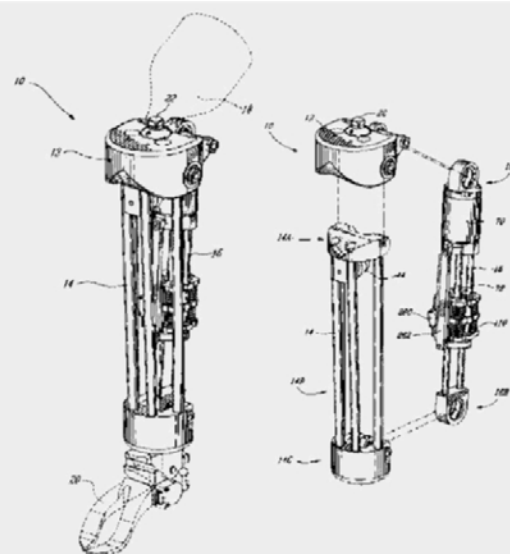


**Fig. 17 - Detaliu inimă artificială
încorporând un șurub cu bile**

- proteze pentru picior, ce refac într-o manieră controlată funcția genunchiului, utilizând un ansamblu șurub cu bile (poziția 260, în fig. 17a)¹⁷, și, respectiv, pentru un picior amputat deasupra genunchiului, care, de asemenea, utilizează un ansamblu de șuruburi cu bile (poziția 72, în fig. 17c).



**Fig. 17a - Vedere de ansamblu
proteză picior**



**Fig. 17 b, c - Vederi de ansamblu ale unei proteze
pentru un picior amputat deasupra
genunchiului**

Concluzii

Deși, la prima vedere, se pare că nimic nu mai poate fi inventat în domeniul șuruburilor cu bile, competiția între marii producători de astfel de ansambluri de transmisie, precum și nevoia diverselor domenii industriale de a utiliza elemente de transmisie din ce în ce mai precise, mai durabile și cu dimensiuni mai reduse va conduce cu siguranță la dezvoltarea de noi soluții mai competitive, accentul fiind pus în viitor pe dezvoltarea unor soluții în parteneriat între producătorii de șuruburi cu bile și beneficiarii industriali.

Bibliografie

1. Victor Maghiari, *Șuruburi cu bile*, Tehnică și Tehnologie 1/2001.
2. Tarek Bugaighis, *Making the right moves in ball-screw selection* (01.08.2007).
3. Tarek Bugaighis, *Guidelines for Ball Screw Selection*.
4. EpoqueNet System (baze de date utilizate: Epodoc, TXTE).
5. Donald Bollella, *WIPO Asian Regional Seminar on an Intellectual Property Strategy for SMEs* (26.11.2002).

¹⁷ WO2007025116 A2 (01.03.2007, OHIO WILLOW WOOD CO)