

ERORI DATORATE MODULUI DE INSTALARE ÎN CAZUL CELULELOR DE FORȚĂ TIP GRINDĂ PARALELĂ

PARALLEL BEAM LOAD CELL INSTALLATION INFLUENCE ON STRAIN/STRESS FIELD READING ERRORS

Radu PANAITESCU-LIESS¹
Ștefan MOCANU²

¹ ș. l. dr. ing. - Facultatea de Utilaj Tehnologic, U.T.C.B., Romania

² ș. l. dr. ing. - Facultatea de Utilaj Tehnologic, U.T.C.B., Romania

Rezumat: Celulele de forță (sarcină) sunt utilizate în scopul determinării maselor corpurilor și reprezintă, în esență, dispozitive ce reacționează cantitativ și calitativ la o anumită mărime fizică scalar (în acest caz fiind vorba de masă). Prin intermediul unui astfel de element, sarcina ce se dorește a fi măsurată este convertită într-un semnal electric. Principiul de funcționare se bazează pe legea lui Hooke și anume, între tensiuni și alungiri specifice, în limita de proporționalitate, există o corespondență liniară. Autorii acestui articol prezintă câteva observații asupra erorilor ce pot să apară la instalarea celulelor de forță tip grindă paralelă.

Cuvinte cheie: celulă de forță, grindă paralelă, încastrare, erori

Abstract: Parallel beam load cells are usually used in order to determine physical masses for bodies. These devices respond quantitatively and qualitatively to a certain scalar physical size (in this case mass). By means of such an element, the load to be measured is converted into an electrical signal. The principle of operation is based on Hooke's Law, i.e. (which states that), within the limit of proportionality, a linear correspondence resides between specific strains and stresses. The authors of this article are making some common observations concerning possible parallel beam power cell installation errors.

Keywords: load cell, parallel beam, fixed fixture, errors

1. INTRODUCERE

Celulele de forță tip bară dreaptă comentate/studiate în această tratare sunt capabile să determine masele de până la 10 kg. Așa cum se cunoaște, proprietățile mecanice ale corpurilor liniar elastice solide sunt caracterizate – în limita de proporționalitate – de o dependență liniară între tensiune și deformație (legea lui Hooke) :

$$\sigma = \varepsilon \cdot E \quad (1)$$

Bara este confecționată dintr-un aliaj de aluminiu și este dotată cu patru mărci tensometrice care sunt cuplate într-o punte Wheatstone [1]; prin deformarea grinzii, variază rezistența electrică a acestora, puntea fiind astfel electric dezechilibrată. Această variație este însă extrem de redusă, astfel încât este nevoie de introducerea în circuitul de montaj a unui

amplificator de semnal (în cazul de față, modulul HX711). Totul se conectează la o placă de dezvoltare Arduino UNO, având un microcontroler ATmega328P (figura 1).

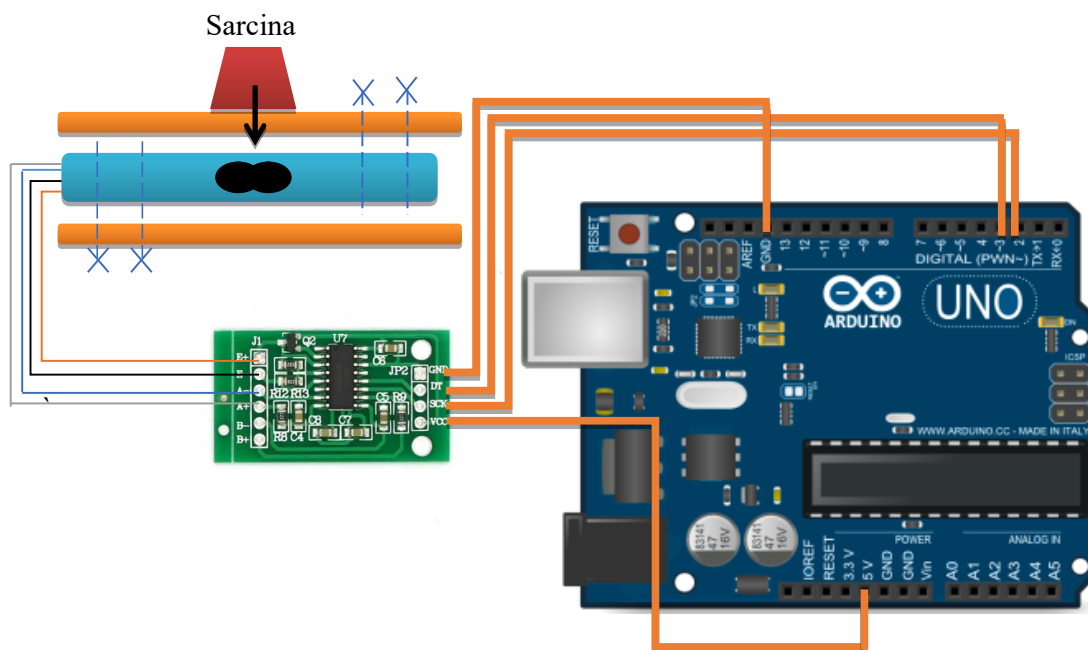


Figura 1 - Schema de conectare¹

2. MODELUL FIZIC

Schema de rezemare considerată în această situație este cea a unui sistem liber la o extremitate și încastrat la cealaltă. Spre deosebire de schema prezentată în [2], din motive constructive, rezemarea structurii la mediu se realizează prin intermediul a două șuruburi M5, situație echivalentă cu existența unui reazem încastrat. La extremitatea liberă a elementului sensibil (celula de forță) se execută prinderea talerului, prin intermediul a două șuruburi M4 (figurile 2 și 3).

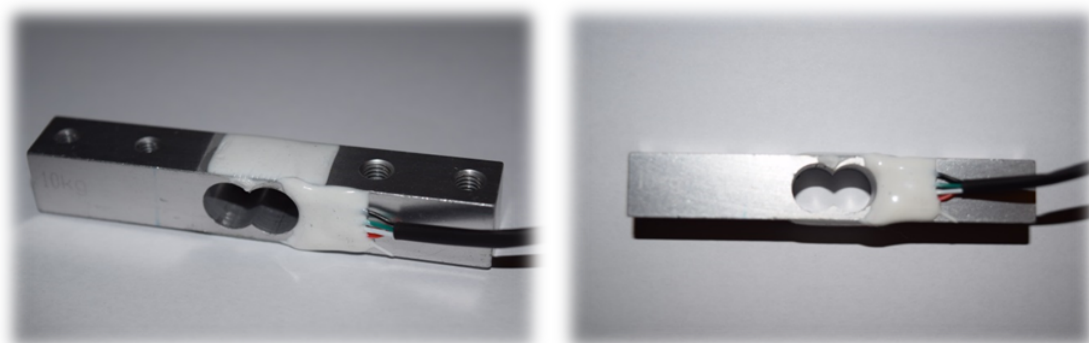


Figura 2 – Celula de forță TAL 220²

¹ Sursa foto Arduino UNO: <http://insertmedia.office.microsoft.com> (TecnoClara- arduinouno);

Sursa foto amplificator HX711: <http://insertmedia.office.microsoft.com> (arduinouno-Howtogetweightdatafromglasselectronic;

² Fotografii din arhiva autorilor

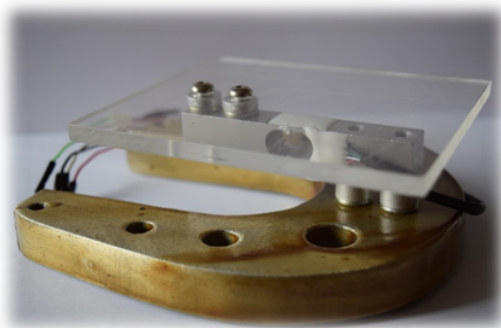


Figura 3 – Ansamblul celulă de forță - taler³

Primul pas este acela de a calibra celula de sarcină. Pentru aceasta este necesar să se ruleze programul (sketch-ul) de mai jos, factorul de calibrare – care poate varia de la caz la caz – având valoarea 216860:

```
#include "HX711.h"
#define DOUT 3
#define CLK 2
HX711 scale(DOUT, CLK);
float calibration_factor = 216860;
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  Serial.println("HX711 calibration sketch");
  Serial.println("Remove all weight from scale");
  Serial.println("After readings begin, place known weight on scale");
  Serial.println("Press + or a to increase calibration factor");
  Serial.println("Press - or z to decrease calibration factor");
  scale.set_scale();
  scale.tare();
  long zero_factor = scale.read_average();
  Serial.print("Zero factor: ");
  Serial.println(zero_factor);
}
void loop() {
  scale.set_scale(calibration_factor);
  Serial.print("Reading: ");
  Serial.print(scale.get_units(), 3);
  Serial.print(" kg");
  Serial.print(" calibration_factor: ");
  Serial.print(calibration_factor);
  Serial.println();
  if(Serial.available())
  {
    char temp = Serial.read();
    if(temp == '+' || temp == 'a')
      calibration_factor += 100;
```

³ Fotografii din arhiva autorilor

```

else if(temp == '-' || temp == 'z')
    calibration_factor -= 100;
}
}

```

Secvența continuă prin rularea programului care efectuează conversia masă – semnal electric – afișare masă:

```

#include "HX711.h"
#define calibration_factor 216860.0
#define DOUT 3
#define CLK 2
HX711 scale(DOUT, CLK);
void setup() {
    Serial.begin(9600);
    Serial.println("HX711 scale demo");
    scale.set_scale(216860.0);
    scale.tare();
    Serial.println("Readings:");
}
void loop() {
    Serial.print("Reading: ");
    Serial.print(scale.get_units(), 3);
    Serial.print(" kg");
    Serial.println();
}

```

3. MODELUL VIRTUAL

Pentru modelul virtual, s-a utilizat suita de modelare și analiză FEA D'Assault Systèmes SolidWorks, modelarea fiind efectuată în două variante: ca piesă izolată și ca ansamblu (figura 4, 8). [2, 6, 7]

Astfel, în primă instanță au fost declarate ca suprafețe fără grade de libertate (fixture/fixed-încastrare), doar zonele de formă inelară de la contactul șurub M5/șaiabă-grinda (figura 5). [2]

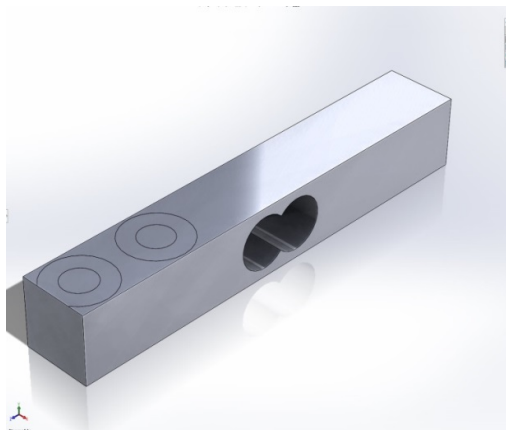


Figura 4 – Modelul piesei izolate

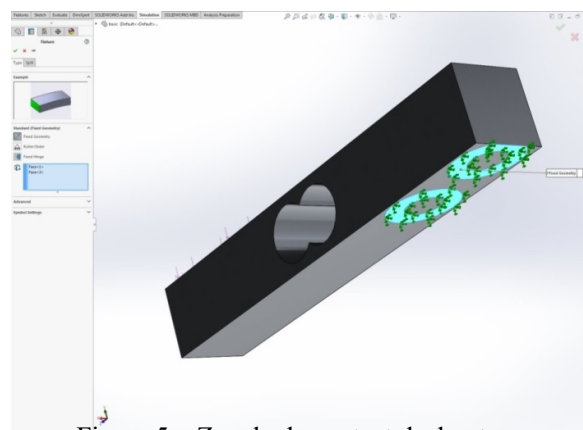


Figura 5 – Zonele de contact declarate ca suprafețe fără grade de libertate

Erori datorate modului de instalare în cazul celulelor de forță tip grindă paralelă

Schema de încărcare aleasă constă în declararea, în primă aproximație, a zonelor inelare de contact de la nivelul șuruburilor M4 ca suprafețe asupra cărora acționează ca sarcină uniform distribuită, sarcina de măsurat (figura 6).

Se remarcă, din distribuția de tensiuni normale echivalente – conform criteriului de performanță von Mises – distribuția *inegală* a valorilor tensiunilor măsurate în cele patru puncte din extremitatea zonei slăbite (zona celor două frezări); datorită acestui fapt, mărimea de ieșire măsurată va fi afectată de montarea în punte completă a celor patru mărci tensometrice, o asemenea schemă de montare necesitând valori identice și de semn opus în ceea ce privește starea de tensiune/deformație specifică (figura 7).

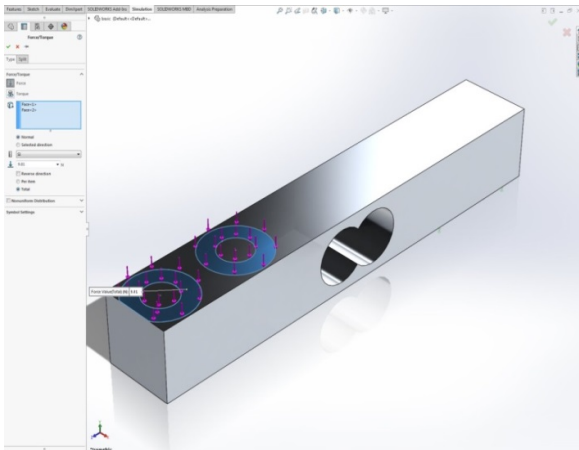


Figura 6 – Schema de încărcare în variantă izolată

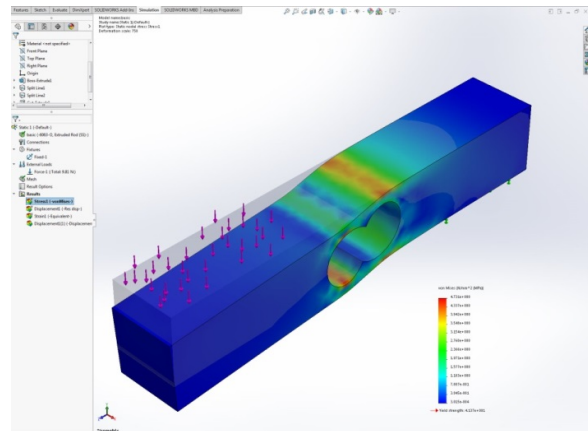


Figura 7 – Starea de tensiune von Mises

Pentru varianta asamblată (figura 8), având schema de încărcare din figura 9, se constată o distribuție *aproximativ egală și de semne contrare* a valorilor tensiunilor măsurate în cele patru puncte din extremitatea zonei frezate – zonele de montaj a mărcilor tensometrice (figurile 10 și 11); diferența este datorată modului de alegere a schemei de încărcare în varianta ansamblu, versiune ce permite centrarea rezultantei sarcinii de evaluat pe zona de montare a elementelor sensibile (mărci tensometrice – zona frezată).

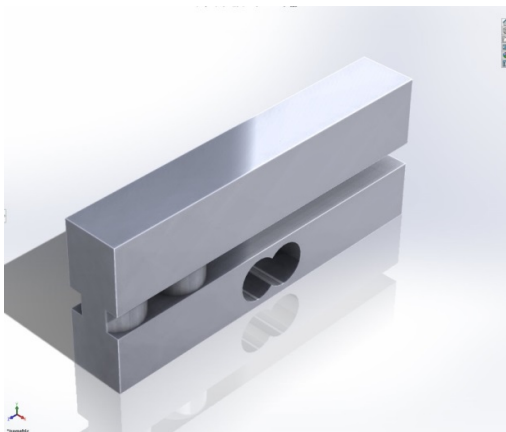


Figura 8 – Modelul piesei asamblate (cu taler)

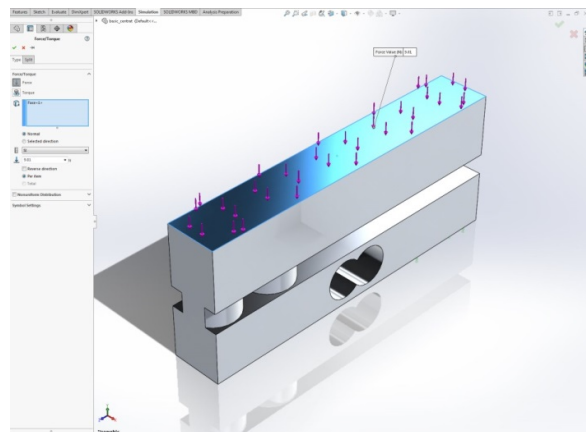


Figura 9 – Schema de încărcare în variantă asamblată

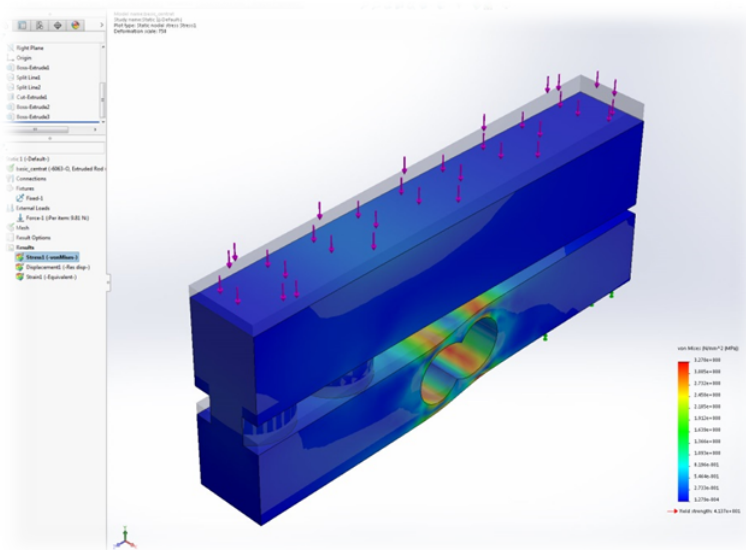


Figura 10 - Starea de tensiune von Mises

Astfel, putem constata – pentru cele două cazuri, part și assembly – un aspect diferit al distribuției de tensiuni, aceste diferențe fiind puse în evidență în figurile 11 și 12.

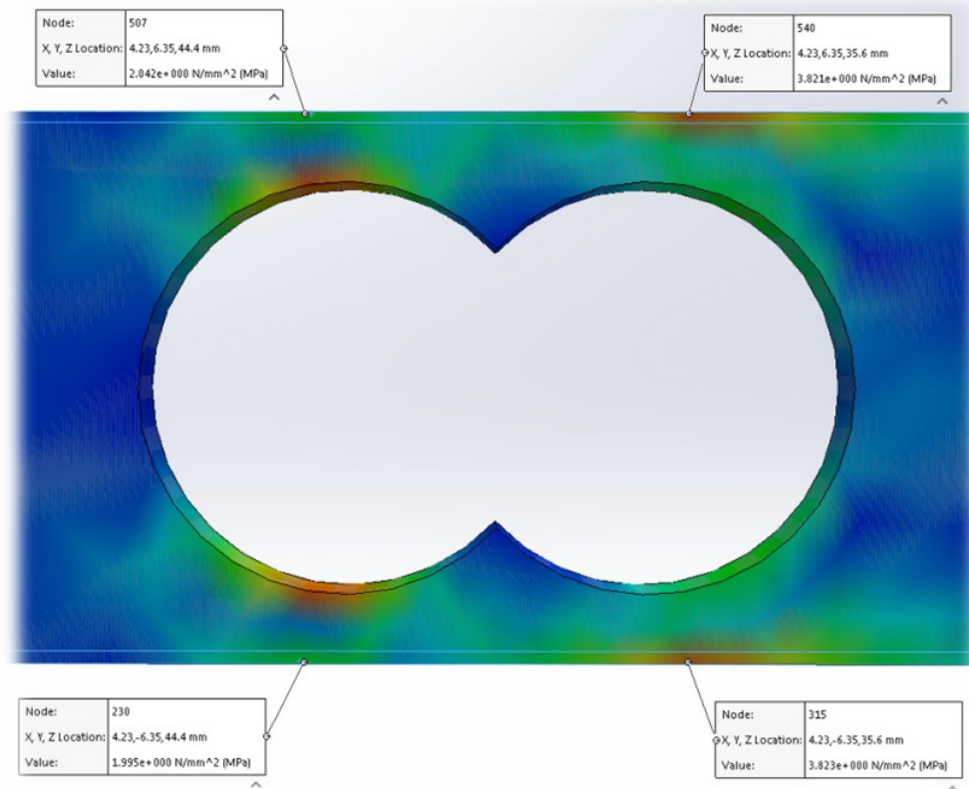


Figura 11 – Valorile tensiunilor în cele patru colțuri ale suprafeței frezate (cazul part)

Erori datorate modului de instalare în cazul celulelor de forță tip grindă paralelă

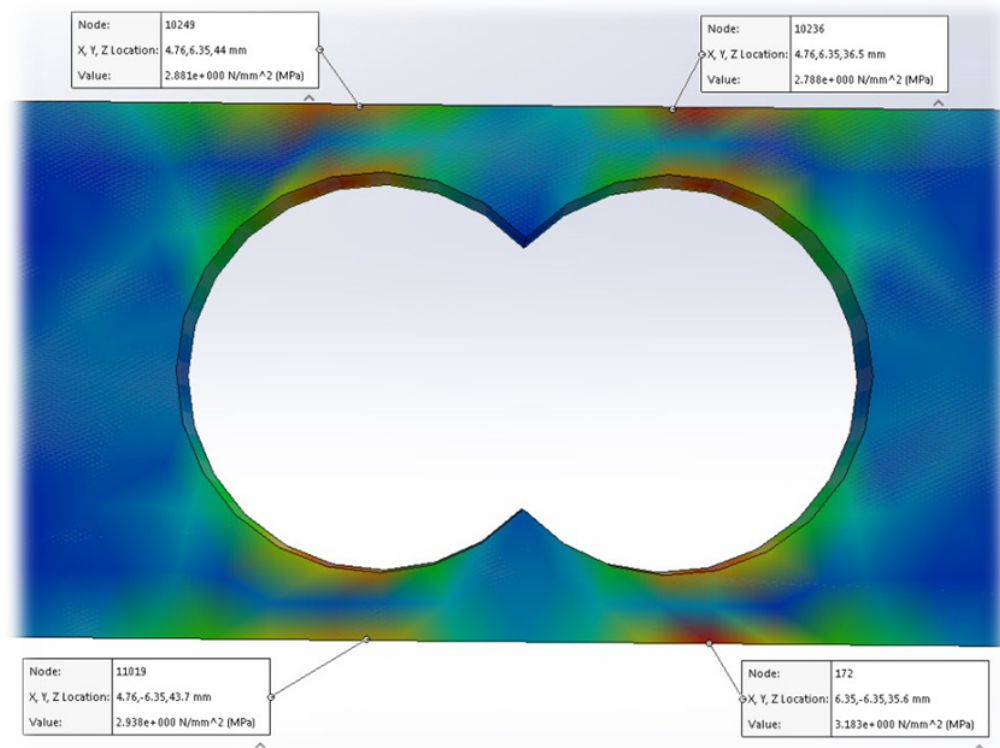


Figura 12 – Valorile tensiunilor în cele patru colțuri ale suprafeței frezate (cazul assembly)

4. CONCLUZII

Prin realizarea unui sistem grindă-taler, comportarea celulei de forță în sarcină, va fi apropiată de un mecanism tip paralelogram, în acest caz, putându-se conta pe acest tip de legare al mărcilor tensometrice (montaj în punte completă Wheatstone). Este recomandat un astfel de montaj în cadrul laboratoarelor de Informatică aplicată susținute de autori, nu numai din perspectiva unei erori de măsurare mici, cât și prin prisma înțelegerii de către studenții anului I a fenomenelor de mecanică aplicată, cu care se vor întâlni și pe care le vor dezvolta la discipline din anii superiori (Mecanică, Rezistența Materialelor, Mecanisme).

BIBLIOGRAFIE

- [1] * * * <https://www.robofun.ro/senzori/forta/celula-de-sarcina-10kg-bara-dreapta>
- [2] **Mocanu, Șt.** - *Scurt comentariu asupra interpretării principiului lui Barre de Saint-Venant în contextul modelării schemei de rezemare prin metoda elementului finit*, Sinteze de Mecanică Teoretică și Aplicată, Volumul 7 (2016), Nr. 1;
- [3] **Seidle, N.** – *Calibration sketch for HX711 breakout board*, SparkFun Electronics, November 19th, 2014 (public domain);
- [4] **Seidle, N.** – *Basic scale output sketch for HX711 breakout board*, SparkFun Electronics, November 19th, 2014 (public domain);
- [5] * * * <https://github.com/bogde/HX711> (GNU GENERAL PUBLIC LICENSE library);
- [6] www.cadworks.ro/;
- [7] www.3dcadvegra.ro/;
- [8] <http://insertmedia.office.microsoft.com>;