



# INŽENÝRSKÁ MECHANIKA 2005

NÁRODNÍ KONFERENCE

s mezinárodní účastí

Svratka, Česká republika, 9. - 12. května 2005

---

## PROPOSAL OF ELECTRONICALLY CONTROLLED TORQUE SCREWDRIVER

P. Axman<sup>1</sup>, Z. Florian<sup>2</sup>

**Summary:** *This paper presents the proposal of electronically controlled torque screwdriver for drawing screws into bone tissue. This equipment will be used in the experimental practice. The development of the equipment was inspired by the necessity to measure of torque sizes which apply by screwing of screws into cervical vertebrae after crash operations. The measured values will be used for looking for maximum torques and the torque, when the screw will be carried out in the bone tissue.*

### 1. Úvod

Príspevek popisuje konštrukciu experimentálneho zariadenia sloužícího pro měření krouticích momentů působících při šroubování a dotahování šroubů do kostních tkání. Toto zariadenie bylo konstruováno za účelem zkvalitnění měření krouticího momentu při experimentálních úlohách zjišťujících mechanické vlastnosti šroubového spojení s kostní tkání. Pomocí vyrobeného zariadenia bude hledán řídicí algoritmus pro dotahování šroubů, který by měl zajistit nedestruktivní dotažení šroubu do šroubovaného materiálu.

### 2. Konstrukční řešení

Momentový šroubovák jako experimentální mechatronické zariadenie byl vyroben tak, aby bylo možné nastavit (ovlivnit) v co nejširší míře průběh šroubování a způsob snímání veličin, což povede ke snazšímu nalezení dotahovacího algoritmu. Zariadenie se skládá z utahovacího zariadenia (dále jen šroubovák), ovládací konzoly a z napájecího zdroje. Šroubovák a ovládací konzola jsou zobrazeny na obrázku 1.

---

<sup>1</sup> Ing. Petr Axman: Ústav mechaniky těles, mechatroniky a biomechaniky, Vysoké učení technické v Brně, Technická 2896/2, 616 69 Brno, tel.:+420-5-4114-2874, e-mail: [axman@fme.vutbr.cz](mailto:axman@fme.vutbr.cz)

<sup>2</sup> Ing. Zdeněk Florian, CSc.: Ústav mechaniky těles, mechatroniky a biomechaniky, Vysoké učení technické v Brně, Technická 2896/2, 616 69 Brno, tel.:+420-5-4114-2863, e-mail: [florian@fme.vutbr.cz](mailto:florian@fme.vutbr.cz)

## Šroubovák

Momentový šroubovák se skládá ze dvou hlavních částí. První část je stejnosměrný motor sloužící pro pohon šroubováku a druhou část tvoří tenzometrické čidlo krouticího momentu. Obě tyto části jsou umístěny v hliníkovém pouzdře, které je uzpůsobeno k montáži do vrtačkového stojanu, který umožňuje pevné uchycení a nastavení šroubováku a šroubovaného materiálu.

## Ovládací konzola

Ovládací konzola obsahuje řídicí a silovou elektroniku pro ovládání stejnosměrného motoru a elektroniku pro zpracování údajů z použitých čidel měřených veličin. Parametry pro řízení průběhu šroubování je možné nastavit pomocí použitého dotykového LCD displeje nebo prostřednictvím osobního počítače, připojitelného přes sériovou linku. Záznam naměřených dat je možný pouze pomocí připojeného počítače.

## Napájení zařízení

Zařízení je napájeno síťovým napětím 230V. Toto je usměrněno na napětí 15Vss. Pro napájení řídicí elektroniky je využito stabilizovaného napětí o úrovních 3,3V a 5V, pro napájení výkonových spínacích tranzistorů je použito napájecí napětí 15V.



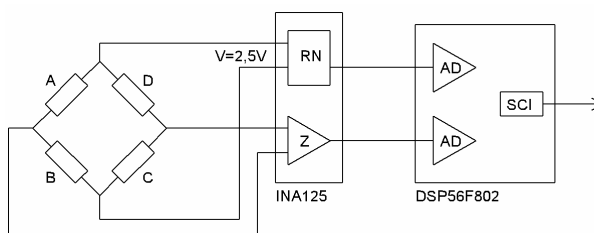
Obr. 1 Momentový šroubovák

## 3. Měřené veličiny

Zařízení umožňuje měřit velikost působícího krouticího momentu při šroubování šroubu. Dále je možné měřit veličiny potřebné pro regulaci motoru, tj. proud procházející motorem a relativní polohu rotoru. Na základě měření polohy je možné vypočítat rychlost otáčení rotoru motoru.

## Měření krouticího momentu

Měření velikosti krouticího momentu je provedeno tenzometrickým snímačem. Pro snímač je využito odporových tenzometrů zapojených do plného mostu. Napájení snímačů a zpracování signálu je provedeno přes přístrojový zesilovač INA125. Napájecí napětí snímačů je 2,5Vss. Blokové schéma zapojení je zobrazeno na obrázku 2. Převod analogového signálu je proveden mikropočítačem umístěným na společné desce

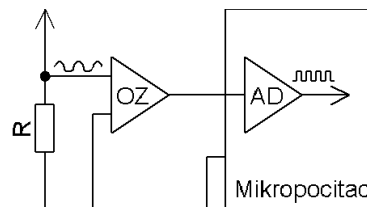


Obr. 2 Zapojení tenzometrického snímače

s přístrojovým zesilovačem. Tímto zapojením se eliminuje rušení při přenosu analogového signálu. Přenos signálu ze šroubováku do ovládací konzoly je proveden digitálně prostřednictvím SCI modulu s pevně nastavenou komunikační rychlostí 57600bps.

### Měření proudu motorem

Pro měření proudu procházejícího motorem je využito bočníku vloženého do napájecí větve výkonových spínacích tranzistorů. Výkonová deska s řídicí logikou je umístěna v ovládací konzole. Signál z bočníku je veden přes zesilovač do integrovaného AD převodníku řídicího mikropočítače. Blokové schéma zapojení je zobrazeno na obrázku 3.



Obr. 3 Snímač proudu

### Měření polohy rotoru

Pro určení polohy rotoru je použito inkrementálního snímače připojeného na výstupní hřídel motoru.

### Měření rychlosti otáčení motoru

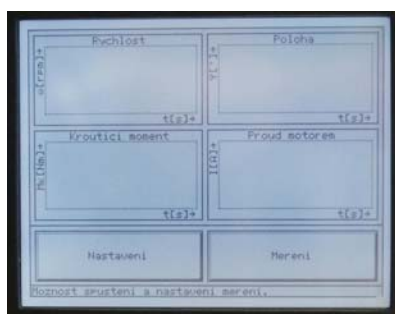
Rychlost otáčení motoru je získána přepočtem z polohy rotoru motoru za daný časový interval. Pro určení času pro výpočet rychlosti je využito interního časovače mikropočítače.

## 4. Způsoby ovládání

Spouštění měření a nastavení zařízení je možné provést pomocí ovládací konzoly přes použitý LCD displej, nebo pomocí připojeného počítače.

### Ovládací konzola

Výhodou využití dotykového displeje pro ovládání zařízení je možnost vytvoření potřebných ovládacích prvků, aniž by bylo nutné provádět mechanický zásah do zařízení. Veškeré ovládací prvky (tlačítka) jsou zobrazována v tlačítkové oblasti na displeji. Základní obrazovka po spuštění zařízení je zobrazena na obrázku 4.



Obr. 4 Zobrazení na displeji konzoly a) základní obrazovka, b) obrazovka nastavení

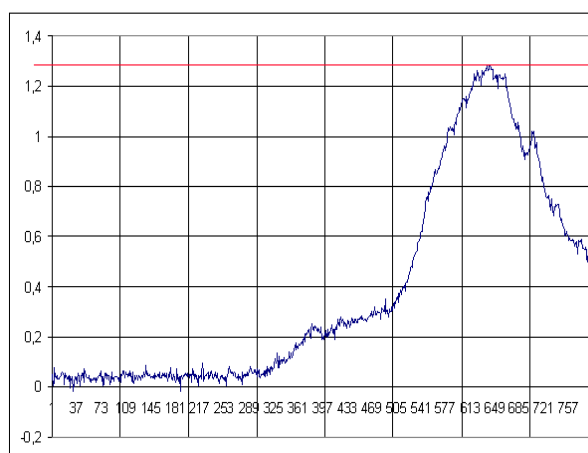
## Ovládací počítač

Ovládání pomocí osobního počítače je principiálně stejné jako ovládání prostřednictvím použitého LCD displeje. Při použití počítače má uživatel navíc možnost ukládat naměřená data pro další zpracování. Toto není umožněno prostřednictvím ovládací konzoly z důvodu použité velikosti paměti a možnosti připojení paměťových periférií.

## 5. Prováděný experiment

Při experimentu bude zjišťována velikost krouticího momentu při dotahování šroubů do kostních tkání. Na zašroubovaném šroubu se bude provádět vytrhávací zkouška na základě které se bude zjišťovat závislost síly potřebné k vytržení šroubu na velikosti krouticího momentu působícího při dotahování šroubu. Dále se pomocí provedených experimentů bude hledat algoritmus zajišťující nedestruktivní dotahování šroubů, tj. bude se hledat takový postup (průběh) dotažení šroubu, kdy nebude docházet ke stržení závitu šroubu v kostní tkáni, popřípadě v jiném materiálu.

Obrázek 5. ukazuje průběh krouticího momentu při využití popisovaného zařízení. Červená přímka ukazuje hledanou velikost krouticího momentu, při které je šroub pevně uchycen a ještě nedošlo ke stržení závitu ve šroubovaném materiálu. Na vodorovné ose je počet vzorků, na svislé ose je velikost působícího krouticího momentu.



Obr. 5 Kroučící moment

## 6. Závěr

Bylo vyrobeno zařízení umožňující provádět dotahování šroubů do materiálu podle předem nastaveného plánu. Při dotahování šroubu je možné zaznamenávat průběhy krouticího momentu, proudu motorem, polohy výstupní hřídele. Na základě provedených experimentů a záznamu uvedených veličin bude sestaven dotahovací algoritmus umožňující nedestruktivní dotažení šroubu do materiálu. Do budoucna se dále uvažuje s výrobou optimalizovaného zařízení s použitím vyvinutého algoritmu pro dotahování šroubů a s jeho zavedením do praxe.

## 7. Poděkování

Zařízení bylo zkonstruováno s finanční podporou grantové agentury FRVŠ (č. projektu 1518) a se softwarovou podporou firmy UNIS s.r.o.