

Merni sistemi u računarstvu, <http://automatika.etf.bg.ac.rs/sr/13e053msr>



Hakovanje senzora

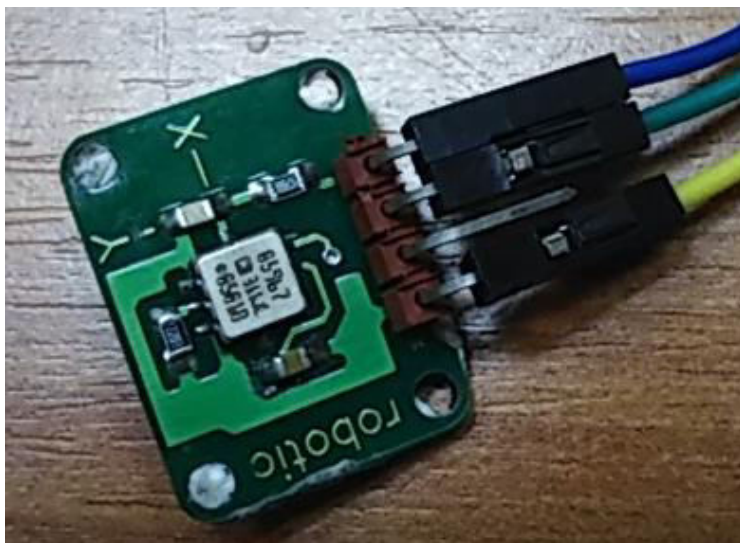
Dr Nadica Miljković, vanredni profesor, kabinet 68, nadica.miljkovic@etf.bg.ac.rs

Slika: By Stock Catalog, data hacking, from [Flickr](https://www.flickr.com/photos/stockcatalog/), www.thoughtcatalog.com; CC BY 2.0

Hakovanje senzora

- Ova demo vežba je inspirisana predavanjem koje je Andrew Brooks Zoz, PhD EECS održao pod naslovom “Hacking driverless vehicles” na BalCCon (Balcan Computer Congress, https://2k18.balcccon.org/index.php?title=Main_Page) konferenciji u Novom Sadu koja se održala u periodu od 14. do 16. septembra 2018. godine.
- Snimak predavanja je dostupan na linku: https://media.lugons.org/BalCCon2k18/BalCCon2k18_Zoz_-_Hacking_Driverless_Vehicles.mp4 (pristupljeno 18. decembra 2018. godine).
- Dodatno, vežba je insiprisana rezultatima koji su predstavljeni u radu: Son, Y.M., Shin, H.C., Kim, D.K., Park, Y.S., Noh, J.H., Choi, K.B., Choi, J.W. and Kim, Y.D., 2015, August. Rocking drones with intentional sound noise on gyroscopic sensors. In *24th USENIX Security symposium*. USENIX Association, [Online], <https://www.usenix.org/system/files/conference/usenixsecurity15/sec15-paper-son.pdf>, pristupljeno 18. decembra 2018.

Akcelerometri i audio signal



- U radu Son et al. 2015 su pokazani rezultati ometanja rada senzora primenom audio signala na primeru žiroskopa (<https://en.wikipedia.org/wiki/Gyroscope>).
 - Autori ovog rada su objavili i snimak “obaranja” drona primenom usmerenog audio signala. Video snimak se može pogledati na: <https://sites.google.com/site/rockingdrone/>, pristupljeno 18. decembra 2018.
- Na vežbama iz 13E054MSR predmeta ometanje rada senzora je prikazano na primeru jeftinog (eng. *low-cost*) dvo-osnog akcelerometra ADXL311 (Analog Devices, Inc., Norwood, Massachusetts, USA), <https://youtu.be/hqpq2De71Vo>.
- Na fotografiji je prikazan akcelerometar ADXL311 fotografisan u laboratoriji 69 na Elektrotehničkom fakultetu, Univerziteta u Beogradu.

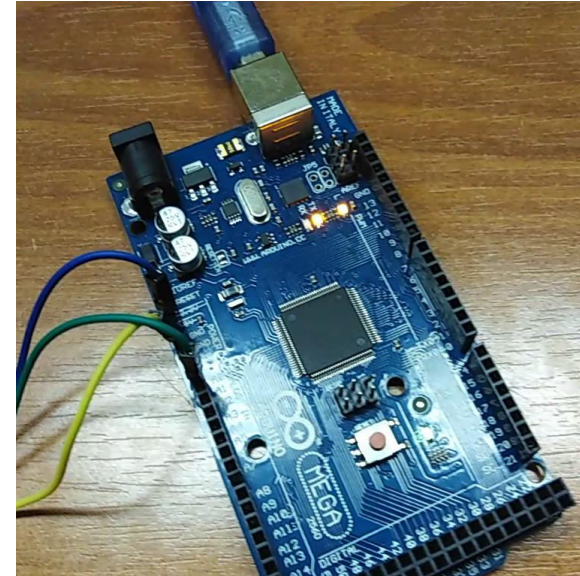
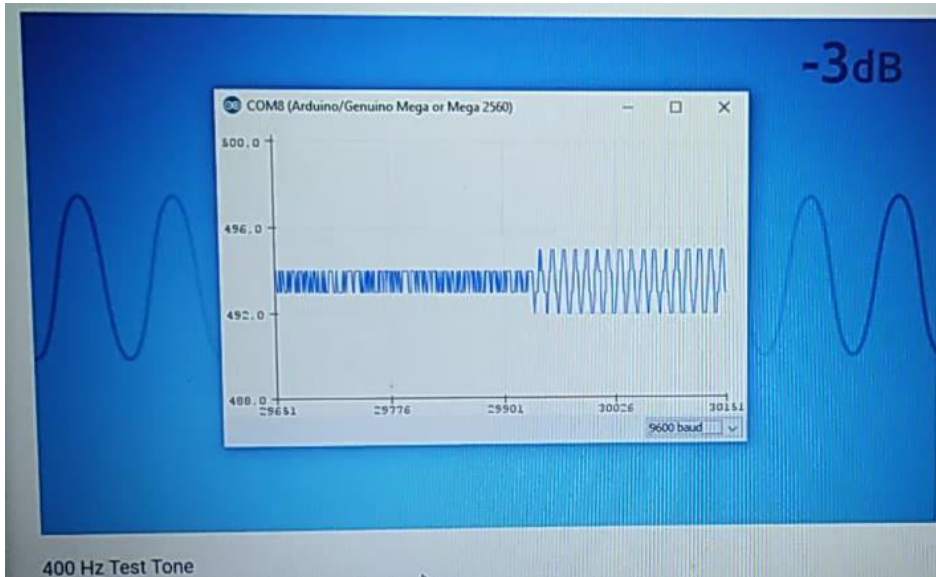
Teorijske osnove

- Datasheet za ovaj akcelerometar je dostupan na <https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/83689/AD/ADXL311JE-REEL.html> (pristupljeno 18. decembra 2018).
- Iz ovog uputstva, može se proučiti princip rada ovih akcelerometara (eng. *Theory of operation*).
- Zvuk je mehanički talas koji može da izazove oscilovanje pokretnih struktura. Princip rada ADXL311 akcelerometra se zasniva na oscilovanju tj. pomeranju pokretnih delova u odnosu na nepokretni deo. Kako tih pokretnih delova ima više (i akcelerometar ima dve ose), moguće je da postoji više rezonantnih frekvencija.
- Zvuk na rezonantnoj frekvenciji može izazvati oscilovanje pokretnih struktura akcelerometara što dalje može voditi ka pogrešnom merenju tj. ometanju merenja.

Kako naći rezonantnu frekvenciju?

- U ovom slučaju primenjena je stimulacija tj. audio signal sa youtube-a koji sadrži frekvencije iz čulnog opsega od 20 Hz do 20 kHz (to se može uraditi npr. primenom *Human Audio Spectrum*, <https://www.youtube.com/watch?v=qNf9nzhvnd1k>, pristupljeno 19. decembra 2018). Oprez!
- Treba imati na umu da komercijalni zvučnici imaju različite impedanse i prenosne karakteristike tj. komercijalni zvučnik kakav je korišćen prilikom demonstracije sigurno nema opseg od 20 Hz do 20 kHz, već nešto uži.
- Procedura merenja: tokom puštanja gorepomenutog audio signala prate se promene na akcelerometru. Kada se primeti naglo povećanje amplitude na frekvenciji audio signala, znači da je detektovana rezonantna frekvencija.
- Za ADXL311 akcelerometar, jedna od eksperimentalno određenih rezonantnih frekvencija je na 400 Hz (pronađene su i na 2.5 kHz, 3 kHz i druge).

400 Hz



- Na slici levo prikazan je youtube video koji je iskorišćen za generisanje audio signala frekvencije 400 Hz (400 Hz Test Tone, Sonic Electronix, <https://www.youtube.com/watch?v=rXu61z8yiMc>, pristupljeno 19. decembra 2018) zajedno sa Serial Plotter-om u Arduino programskom okruženju.
- Pojava rezonantne frekvencije kao posledica zvuka je prikazana takođe na levom panelu.
- Na desnom panelu je prikazan hardver koji je korišćen (Arduino Mega mikrokontrolerska pločica) na koju je povezan ADXL311.