

# Nadzor sploščenosti amplitudno moduliranega negaussovega signala za namene utrujenostnih preizkusov

Fei Xu<sup>1,\*</sup> – Huixian Yang<sup>1</sup> – Kjell Ahlin<sup>2</sup> – Zhifeng Chen<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Šola za avtomobilsko tehniko, Tehniška univerza v Yanchengu, Kitajska

<sup>2</sup>Xielalin Consulting, Švedska

Metoda amplitudne modulacije je bila uporabljena za generiranje negaussovih signalov za vzbujanje pri utrujenostnih preizkusih. Znano je, da je časovna trdnost konstrukcij pod vplivom negaussovega vzbujanja tesno povezana z lastnostmi amplitudno moduliranega signala (AMS) in sploščenostjo odziva konstrukcije. V pričujoči študiji je najprej podan pregled modeliranja AMS s porazdelitvami Beta in po Weibullu ter s tem povezanega problema intervala sploščenosti (kurtozis). Weibullova porazdelitev je primerna za generiranje negaussovih signalov s sploščenostjo nad 6,4, medtem ko je porazdelitev Beta uporabna za interval sploščenosti [3, 5,4]. Za izpolnitev vrzeli v intervalu [5,3, 6,5] je predlagana nova metoda na osnovi linearne kombinacije obeh omenjenih moduliranih signalov. Metoda je bila za pravičen prenos visoke sploščenosti amplitudno moduliranega negaussovega signala v odziv konstrukcije nadgrajena z nadzorom spektralne sestave AMS za izpolnjevanje zahtev glede spektra utrujenostnih poškodb (FDS).

AMS se mora za pravičen prenos sploščenosti počasi spreminjati, kar pomeni, da je potrebno upravljanje frekvenčne porazdelitve AMS. Če se porazdelitev po Weibullu/Beta uporabi za neposredno pripravo AMS in nizkopasovno filtriranje, pa se spremeni funkcija gostote verjetnosti (PDF) filtriranega AMS. V študiji je predstavljena izboljšana metoda za razrešitev tega problema na podlagi transformacije funkcije kumulativne porazdelitve (CDF). Najprej se iz ravne gostote močnostnega spektra generira Gaussov AMS z mejno frekvenco (z oznako  $W_{cut}$ ), katerega frekvenčno porazdelitev je enostavno upravljati, ta pa se nato pretvori v signal s porazdelitvijo po Weibullu ali Beta z danimi parametri ob ohranjeni nizkofrekvenčni sestavi. Mejno frekvenco je mogoče določiti na podlagi frekvenčne porazdelitve RMS negaussovih podatkov, izmerjenih na terenu.

Študija je pokazala, da se lahko negaussov signal obravnava kot počasi spremenljiv, če je trenutna srednja vrednost AMS v času impulznega odgovora sistema enaka kot pri izvornem AMS. Visoko sploščenost negaussovega vhodnega signala je mogoče prenesti v odziv linearne sistema s predlagano metodo upravljanja AMS, kjer je spektralna vsebina AMS nadzorovana glede na transformacije CDF. Višja mejna frekvenca nizkopasovnega filtra prinaša manjšo sploščenost linearne odziva in s tem nižji FDS. V praktičnem razponu dušenja je bil ob rasti vrednosti  $Q$  potrjen Gaussov odziv sistema z eno prostostno stopnjo, zlasti z nizko lastno frekvenco, na počasi spreminjajočo se negaussovo obremenitev.

V študiji je bil razširjen interval sploščenosti pri metodi amplitudne modulacije za generiranje negaussovih signalov. Problem omejitve omenjenega intervala je bil naslovljen z linearno kombinacijo AMS, modeliranih s porazdelitvijo po Weibullu in porazdelitvijo Beta. Opredeljena je matematična odvisnost med parametri AMS in ciljno sploščenostjo negaussovega signala, ki bo lahko osnova za znatno preprostejše in točnejše negaussove vibracijske preizkuse.

**Ključne besede:** negaussov signal, metoda linearne kombinacije, metoda amplitudne modulacije, mejna frekvenca, spekter utrujenostnih poškodb, sploščenost