



سنسورهای IIEES-HAT

کنترل خطی بودن پاسخ سنسور و کنترل میزان حساسیت بین محوری Corssovering



پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله

دی ماه ۱۳۹۴

فهرست مطالب

۱	کنترل خطی بودن پاسخ سنسور و کنترل میزان حساسیت بین محوری Corssovering
۱-۱	مقدمه
۲-۱	کنترل میزان خطی بودن پاسخ سنسور
۳-۱	شرح آزمایش
۴-۱	کنترل میزان حساسیت بین محوری Crossover سنسورهای IIEES-HAT

فهرست اشکال

- شکل ۱-۱: مفهوم خطی بودن سنسور (میزان انحراف پاسخ ایده‌آل از پاسخ ثبت شده توسط سنسور به بیشترین مقدار قابل ثبت توسط سنسور)..... ۲
- شکل ۲-۱: نحوه ی اعمال دوارن سنسور با سرعت ثابت..... ۳
- شکل ۳-۱: مقادیر ثبت شده توسط سنسور تحت دوران با سرعت ثابت (خطوط آبی) و مقادیر حرکت ایده آل سینوسی..... ۴
- شکل ۴-۱: مقادیر ثبت شده توسط سنسور تحت دوران با سرعت ثابت (خطوط آبی) و مقادیر حرکت ایده آل سینوسی برای قسمتی از مولفه X سنسور..... ۵
- شکل ۵-۱: نتیجه آزمایش حساسیت بین محوری (در این آزمایش از مقادیر شتاب ثبت شده بر روی خط سبز استفاده شده است)..... ۶

۱) کنترل خطی بودن^۱ پاسخ سنسور و کنترل میزان حساسیت بین محوری Crossovering

۱-۱) مقدمه

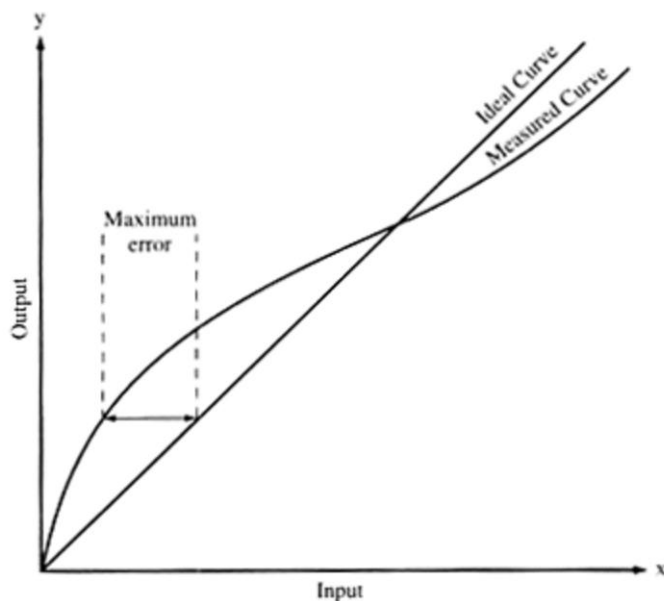
یکی از معیارهای مهم در طراحی و ساخت سنسور توجه به خطی بودن پاسخ سنسور و Crossovering می-باشد. در این گزارش سعی شده است که میزان خطی بودن پاسخ سنسورهای و میزان Crossovering سنسورهای IIEES-HAT مورد بررسی قرار گیرد. در ادامه نحوه‌ی انجام آزمایش و نتایج حاصله از هر یک از آزمایش‌ها ارائه خواهد شد.

۱-۲) کنترل میزان خطی بودن پاسخ سنسور

منظور از پاسخ خطی وجود یک رابطه خطی بین ورودی و خروجی سنسور می‌باشد. بدین معنا که اگر سیگنال ورودی دو برابر گردد سیگنال خروجی سنسور نیز دو برابر گردد. بر اساس تعریف فوق میزان انحراف پاسخ سنسور از پاسخ ایده‌آل به نسبت حداکثر پاسخ قابل ثبت توسط سنسور به عنوان میزان غیر خطی بودن سنسور در نظر گرفته می‌شود. بنابراین بر اساس رابطه (۱-۱) میزان غیر خطی بودن سنسور، معرفی از میزان خطی بودن پاسخ سنسور می‌باشد. این مفهوم به صورت شماتیک و اغراق آمیز در شکل ۱-۱ نمایش داده شده است.

$$Nonlinearity(\%) = \frac{Maximum\ Deviation}{Maximum\ Input} \quad (1-1)$$

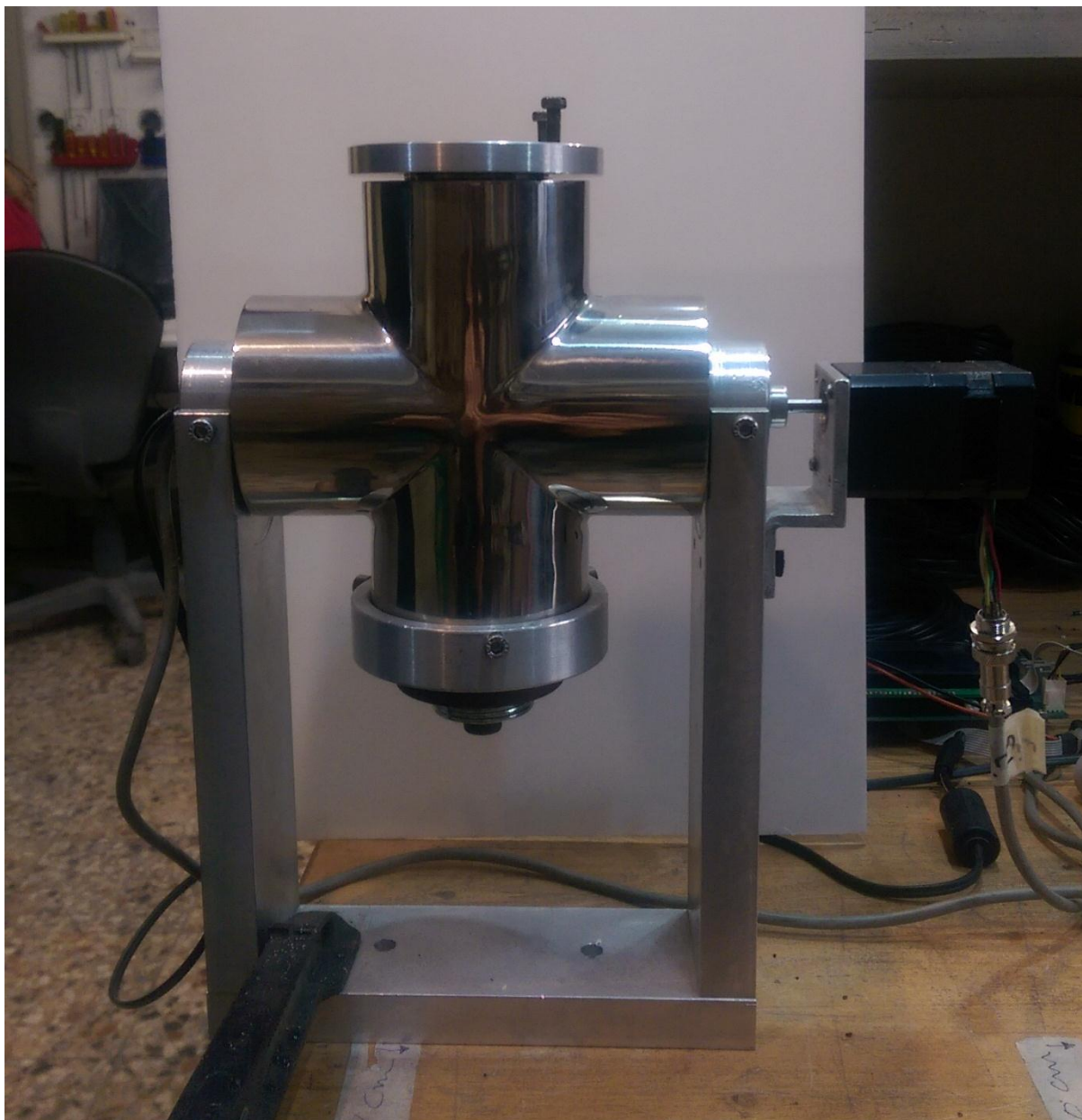
¹ Linearity



شکل ۱-۱: مفهوم خطی بودن سنسور (میزان انحراف پاسخ ایده‌آل از پاسخ ثبت شده توسط سنسور به بیشترین مقدا قابل ثبت توسط سنسور)

۳-۱) شرح آزمایش

در این گزارش برای کنترل میزان خطی بودن پاسخ از دستگاه کالیبراسیون نمایش داده شده در شکل ۲-۱ استفاده شده است. با استفاده از این دستگاه سنسور با سرعت ثابت در سه جهت متعامد به اندازه ۱۸۰ درجه دوران می‌نماید. با توجه به اینکه دستگاه سنسور را با سرعت ثابت دوران می‌نماید بنابراین میزان شتاب ثبت شده توسط سنسور بصورت ایده‌آل انتظار می‌رود که بین مثبت شتاب جاذبه (+g) و منفی شتاب جاذبه (-g) بصورت سینوسی تغییر می‌نماید.

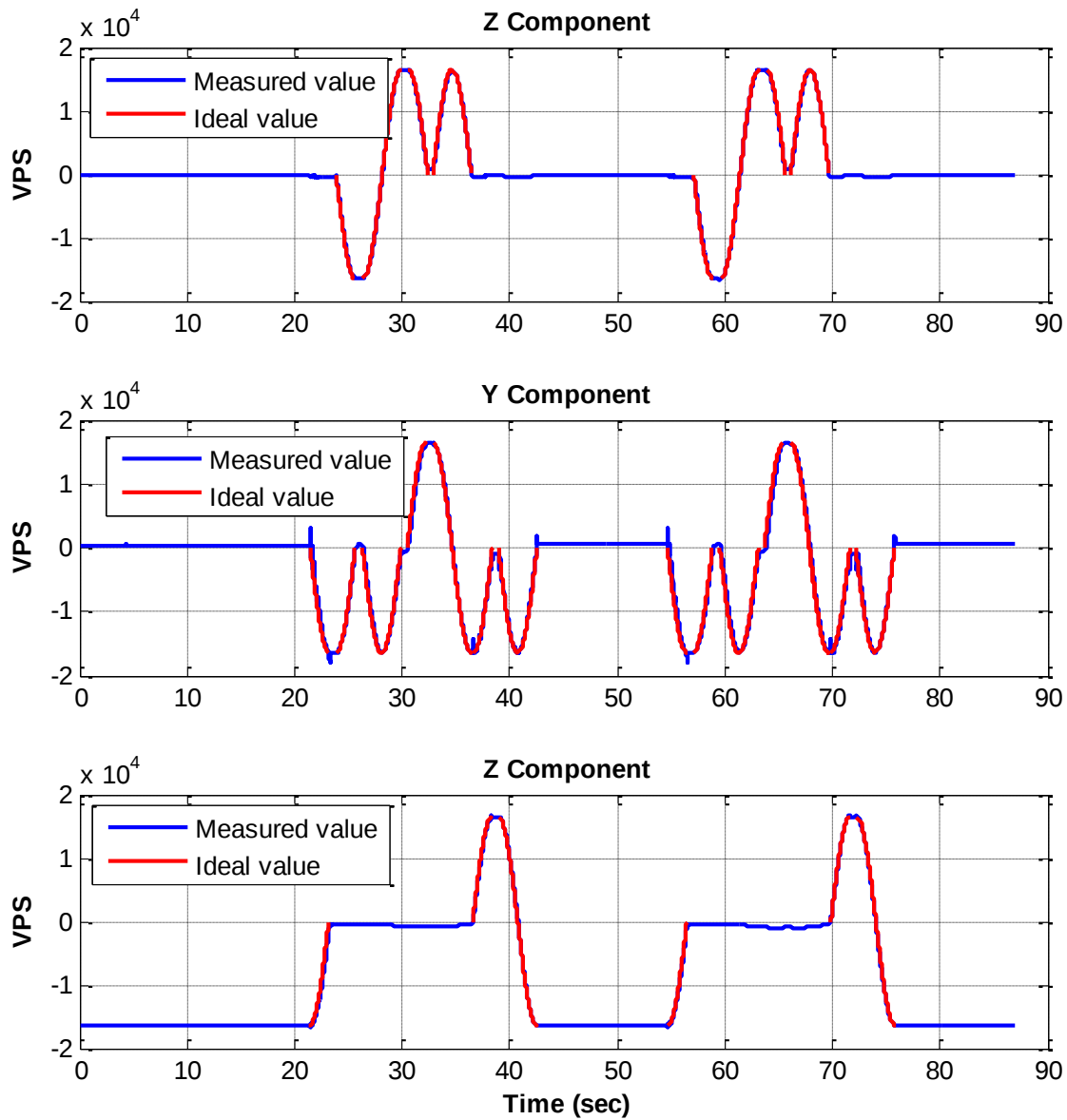


شکل ۲-۱: نحوه‌ی اعمال دوارن سنسور با سرعت ثابت

در شکل ۳-۱ و شکل ۴-۱ نتایج مربوط به آزمایش خطی بودن پاسخ سنسور HAT-IIIES برای سه مولفه متعامد نمایش داده شده است. در آزمایشات صورت گرفته بیشترین انحراف از مقادیر ایده‌آل برابر ۲۸۰ ولت بر ثانیه می‌باشد که با احتساب بیشترین مقدار قابل برداشت توسط سنسور، میزان غیر خطی بودن سنسور از رابطه زیر تعیین می‌گردد.

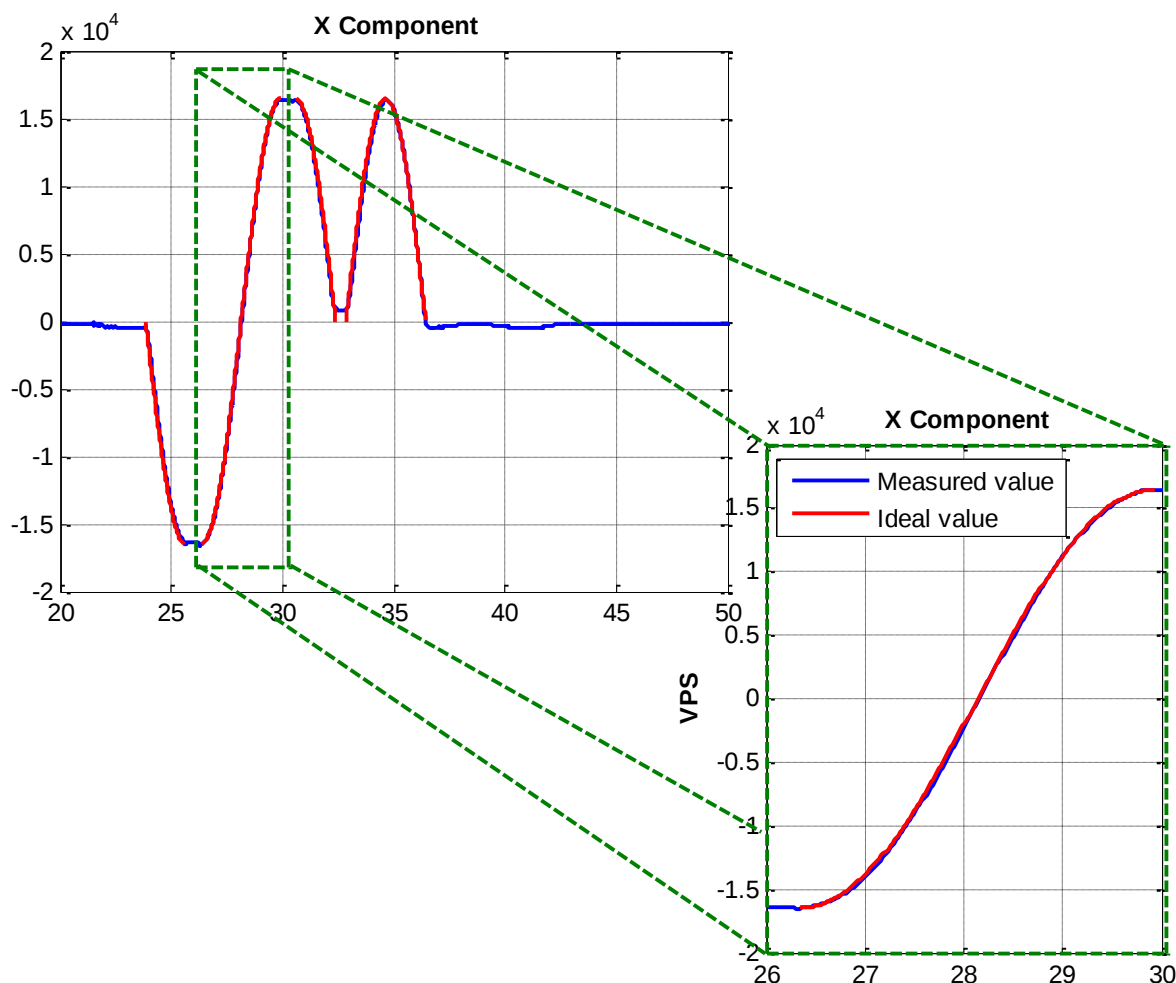
$$Nonlinearity(\%) = \frac{Maximum\ Deviation}{Maximum\ Input} = \frac{280}{16384} \times 100 = 0.43 \quad (۲-۱)$$

$$Linearity = 20 \times \log(0.0043) = -47\ dB$$



شکل ۳-۱: مقادیر ثبت شده توسط سنسور تحت دوران با سرعت ثابت (خطوط آبی) و مقادیر حرکت

ایده آل سینوسی



شکل ۴-۱: مقادیر ثبت شده توسط سنسور تحت دوران با سرعت ثابت (خطوط آبی) و مقادیر حرکت

ایده آل سینوسی برای فسمتی از مولفه X سنسور

۴-۱) کنترل میزان حساسیت بین محوری Crossover سنسورهای IIEES-HAT

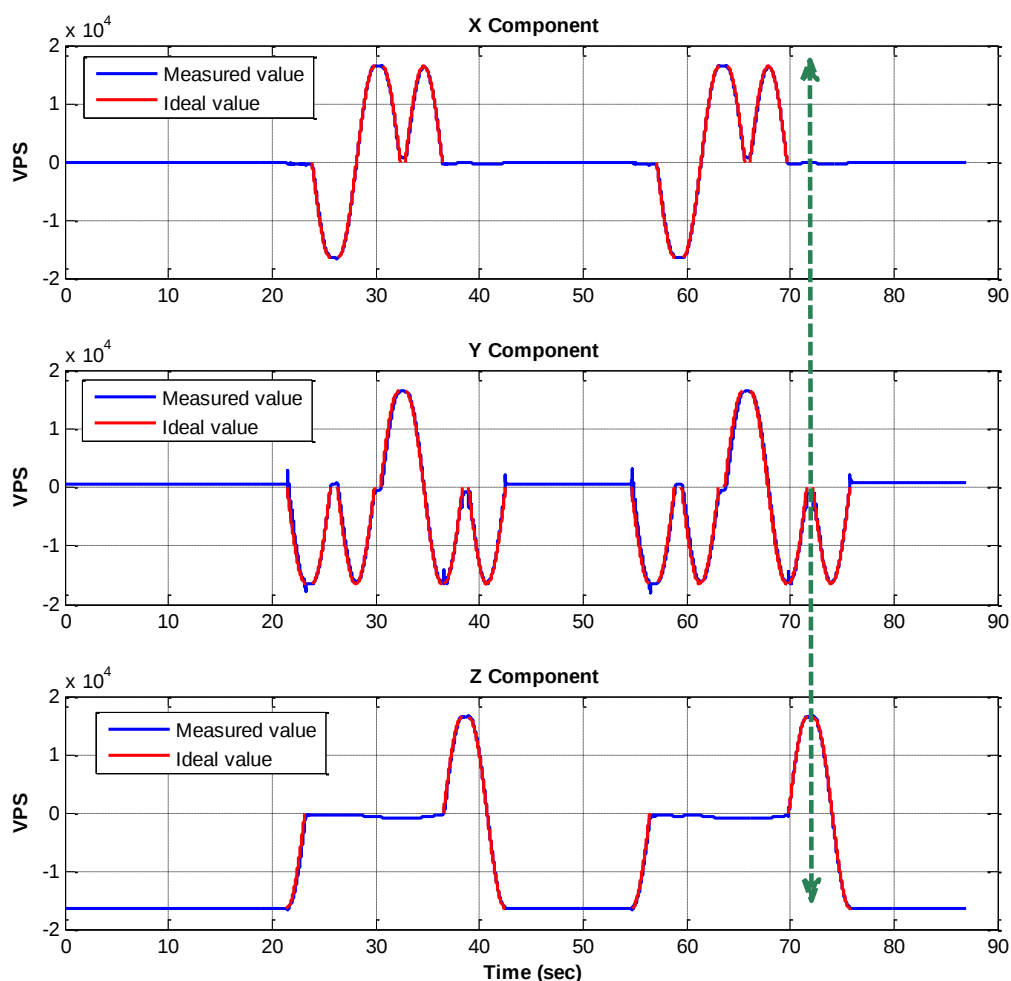
پدیده حساسیت بین محوری (Cross axis covering) به عاملی گفته می‌شود که ثبت پارمترهای حرکتی در یک راستا سبب تغییراتی جزئی در ثبت پارمترهای حرکتی در راستای دیگر گردد. به عنوان مثال ثبت دامنه حرکتی بزرگ در راستای محور z سبب ایجاد سیگنالی برای مولفه‌های حرکتی افقی گردد. بنابراین سنسوری که در آن میزان پدیده حساسیت بین محوری حداقل باشد، مناسب‌تر می‌باشد. این عامل در سنسورها عموماً کمتر از 2% می‌باشد.

در این گزارش برای کنترل میزان حساسیت بین محوری از دستگاه مورد استفاده برای کنترل خطی بودن سنسور استفاده شده است (شکل ۴-۱). بر این اساس هنگامیکه شتاب در یکی از سه مولفه به شتاب

جاذبه می‌رسد میزان شتاب ثبت شده در سایر مولفه می‌تواند به عنوان مقدار شتاب ناشی از پدیده حساسیت بین محوری در نظر گرفته شود. در شکل ۵-۱ نتایج آزمایش حساسیت بین محوری سنسور در نظر گرفته خواهد. همانطور که در شکل مشخص در این آزمایش هنگامیکه مقدار شتاب برای مولفه عمودی برابر شتاب جاذبه (یا معادل ۱۶۳۸۴ ولت بر ثانیه است) مقدار شتاب در سایر مولفه‌ها برابر ۰.۰۱۲۲g (معادل ۲۰۰ ولت بر ثانیه می‌باشد. بر اساس مقدار حساسیت بین محوری سنسور بر اساس رابطه زیر برابر ۳۸ dB خواهد شد.

$$\text{Crossover axis sensitivity} = \frac{\text{Acceleration in one component}}{\text{Acceleration in the other component}} = \frac{200}{16384} = 0.012 \quad (۳-۱)$$

$$\text{Crossover axis sensitivity} = 20 \times \log\left(\frac{200}{16384}\right) = -38 \text{ dB}$$



شکل ۵-۱: نتیجه آزمایش حساسیت بین محوری (در این آزمایش از مقادیر شتاب ثبت شده بر روی خط سبز استفاده شده است)