



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۱۳۱۷

تجدید نظر اول

۱۳۹۳

INSO

1317

1st.Edition

2015

روش اندازه‌گیری سرعت نوسانات در ضبط
صوت و تجهیزات تکثیر

**Method of measurement of speed
fluctuations in sound recording and
reproducing equipment**

ICS: 33.160.30

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

نام موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب یکصد و پنجاه و دومین جلسه شورای عالی اداری مورخ ۹۰/۶/۲۹ به سازمان ملی استاندارد ایران تغییر و طی نامه شماره ۲۰۶/۳۵۸۳۸ مورخ ۹۰/۷/۲۴ جهت اجرا ابلاغ شده است.

تدوین استاندارد در حوزه های مختلف در کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف کنندگان، صادرکنندگان و وارد کنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان های دولتی و غیر دولتی حاصل می شود. پیش نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیون های فنی مربوط ارسال می شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادهای در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می شود.

پیش نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان های علاقه مند و ذی صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می کنند در کمیته ملی طرح و بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می شوند که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می دهد به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد (ISO)^۱، کمیسیون بین المللی الکترو فناوری (IEC)^۲ و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)^۳ است و به عنوان تنها رابط^۴ کمیسیون کدکس غذایی (CAC)^۵ در کشور فعالیت می کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی های خاص کشور، از آخرین پیشرفت های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین المللی بهره گیری می شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می تواند با رعایت موازین پیش بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری نماید. سازمان می تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه بندی آن را اجباری نماید. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمان ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سامانه های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست محیطی، آزمایشگاه ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد ایران این گونه سازمان ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن ها اعطا و بر عملکرد آن ها نظارت می کند. ترویج دستگاه بین المللی یکاها، کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است

1- International Organization for Standardization

2 - International Electrotechnical Commission

3- International Organization of Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legale)

4 - Contact point

5 - Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

« روش اندازه‌گیری سرعت نوسانات در ضبط صوت و تجهیزات تکثیر » « تجدید نظر اول »

رئیس:

کشاوری، احمد

(دکتری مهندسی برق - مخابرات)

سمت و / یا نمایندگی:

عضو هیئت علمی دانشگاه خلیج فارس

بوشهر

دبیر:

محمودی، حسین

(کارشناسی مهندسی برق - قدرت)

کارشناس اداره کل استاندارد استان

بوشهر

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

احمدی، محمد

(کارشناسی مهندسی برق - الکترونیک)

کارشناس اداره کل استاندارد استان

هرمزگان

اکبرزاده، راحله

(کارشناسی مهندسی برق - الکترونیک)

کارشناس شرکت نیروگستر لیان

بهار، محمدرضا

(کارشناسی مهندسی برق - قدرت)

کارشناس شرکت شاخه زیتون لیان

حاجیان، علیرضا

(کارشناسی مهندسی برق - الکترونیک)

کارشناس اداره کل استاندارد استان

بوشهر

کارشناس اداره کل استاندارد استان
بوشهر

دیری زاده، محسن
(کارشناسی مهندسی برق - مخابرات)

کارشناس شرکت آذرخش بوشهر

صیادی، نوید
(کارشناسی مهندسی برق - قدرت)

کارشناس تدوین استاندارد
اداره کل استاندارد و تأیید نمونه
سازمان تنظیم مقررات و ارتباطات
رادیویی

عروجی، سید مهدی
(کارشناسی ارشد مهندسی برق - مخابرات)

کارشناس شرکت چرخه طبیعت سبز

کیانی ده کیانی، وحید
(کارشناسی ارشد مهندسی برق - قدرت)

عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی
واحد گناوه

لک، اسما
(کارشناسی ارشد مهندسی برق - مخابرات)

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ب	آشنایی با سازمان ملی استاندارد
ج	کمیسیون فنی تدوین استاندارد
و	پیش گفتار
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ اصطلاحات و تعاریف
۱	۳ اندازه گیری لرزش و ووو
۲	۴ تجهیزات اندازه گیری
۶	پیوست الف(الزامی)الزامات فرعی برای تجهیزات اندازه گیری
۷	پیوست ب یادداشت های توضیحی

پیش گفتار

استاندارد « روش اندازه‌گیری سرعت نوسانات در ضبط صوت و تجهیزات تکثیر » که نخستین بار در سال ۱۳۵۶ تدوین و منتشر شد، بر اساس پیشنهادهای دریافتی و بررسی و تأیید کمیسیون های مربوط برای اولین بار مورد تجدیدنظر قرار گرفت و در یک‌صد و هفتاد و هفتمین اجلاس کمیته ملی استاندارد مخابرات مورخ ۱۳۹۳/۱۲/۰۴ مورد تصویب قرار گرفته‌است، اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می شود.

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در مواقع لزوم تجدید نظر خواهد شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدید نظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدید نظر استانداردهای ملی استفاده کرد.

این استاندارد جایگزین استاندارد ملی شماره ۱۳۱۷ سال ۱۳۵۶ می‌شود.

منبع و ماخذی که برای تهیه این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:

IEC 60386:1972 + Am.1: 1988, Test methods for the determination of bond strength of impregnating agents to an enameled wire substrate

روش اندازه‌گیری سرعت نوسانات در ضبط صوت و تجهیزات تکثیر

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین روش اندازه‌گیری با استفاده از فناوری قله وزنی است.

یادآوری- یادداشت‌های توضیحی در مورد لرزش و اندازه‌گیری آن و اطلاعات مربوط به تجهیزات اندازه‌گیری به پیوست ب می‌باشد.

۲ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد اصطلاحات و تعاریف زیر بکار می‌رود:

۱-۲

لرزش^۱

شکل نامطلوب مدولاسیون بسامد که توسط یک حرکت نامنظم رسانه ی ضبط، در طول فرآیند ضبط و تکثیر در بسامدهای بالای ۱۰ هرتز به سیگنال ارائه می‌گردد.

۲-۲

ووو^۲

شکل نامطلوب مدولاسیون بسامد که توسط یک حرکت نامنظم رسانه ی ضبط در طول فرآیند ضبط و تکثیر در بسامدهای ۰٫۱ هرتز تا ۱۰ هرتز به سیگنال ارائه می‌شود.

۳-۲

راندگی^۳

تغییرات آهسته سرعت رسانه ی ضبط، در هنگام ضبط و تکثیر است.

^۱ - flutter

^۲ - wow

^۳ - drift

۳ اندازه‌گیری لرزش و ووو

۱-۳ برای اندازه‌گیری لرزش و ووو برای ضبط کننده‌های صدا و تجهیزات تکثیر باید از روش دادن مقدار اوج استفاده شود.

۲-۳ اندازه‌گیری باید در یک بسامد از ۳ تا ۱۵۰ هرتز انجام شود.

۳-۳ اندازه‌گیری باید تنها از یک عنصر سامانه انجام شده باشد (ضبط یا تکثیر، نه هر دو). در چنین شرایطی است که لرزش و ووو بر جای مانده در بخش‌هایی از سامانه قابل چشم‌پوشی است.

۴-۳ هنگامی که این شرایط برآورده نشود ممکن است ضبط یا تکثیر توسط ثبت بسامد آزمایشی ۳ تا ۱۵۰ هرتز و تکثیر این ضبط در دفعات مختلف انجام گردد، در هر دفعه اندازه‌گیری از کل لرزش و ووو، و محاسبه مقدار متوسط این اندازه‌گیری، سنجیده شود.

لرزش و ووو نباید همزمان با ضبط و تکثیر اندازه‌گیری شود.

۵-۳ شرایط شروع اندازه‌گیری باید همواره شامل: تجدید تنها، ضبط تنها یا تکثیر/ضبط کامل سامانه باشد.

۴ تجهیزات اندازه‌گیری

تجهیزات اندازه‌گیری باید ویژگی‌های زیر را داشته باشد:

۱-۴

منحنی پاسخ^۱

همان‌طور که در جدول ۱ و شکل ۱ مشخص شده است.

یادآوری- منحنی پاسخ توزین نشده، سطح پایین بین ۰/۱ هرتز و ۲۰۰ هرتز اطلاعات مفید اضافی در مورد منبع لرزش و ووو را فراهم می‌کند. رواداری و منحنی ویژگی‌های دینامیکی پاسخ توزین نشده مشخص نشده است.

۲-۴

^۱ - Response curve

خصوصیات دینامیکی

برای انحراف‌های یک سویه کوتاه از بسامد اندازه‌گیری (پالس‌های مستطیلی با یک طول دوره زمانی A) با نرخ تکرار از یک هرتز، دستگاه اندازه‌گیری بدست باید درصد B اندازه خوانده شده با یک مدولاسیون یک بسامد سینوسی ۴ هرتزی دارای انحراف قله تا قله برابر با نوسان بسامد پالس را نشان دهد که در شکل ۲ نشان داده شده است.

$$\Delta f_{\text{pulse}} = 2\Delta f_{\text{sin max}} \quad (1)$$

زمان بازگشت باید طوری باشد که هنگام اعمال پالس از مدت زمان ۱۰۰ ms با نرخ تکرار یک هرتز، دستگاه سنجش بین ۳۶٪ و ۴۴٪ پالس را نشان دهد. خصوصیات دینامیکی اشاره به تمامی تجهیزات اندازه‌گیری از جمله شبکه‌های توزین دارد.

۳-۴

نحوه نمایش

ابزار باید انحرافات مثبت و منفی بدست آمده را بخواند. (به عنوان مثال استفاده از دو برابر کننده ولتاژ). اگر چه دستگاه سنجش، اندازه مقادیر قله تا قله را می‌خواند باید درصد ووو شکل مربوط نیمی از مقدار قله تا قله را نشان دهد.

از آن‌جا که زمان سقوط محدود است، جلوگیری از تغییرات در خواندن با تغییرات بسامد از بسامد های خیلی پایین غیرممکن است. در این مورد فقط حداکثر مقدار باید خوانده شود.

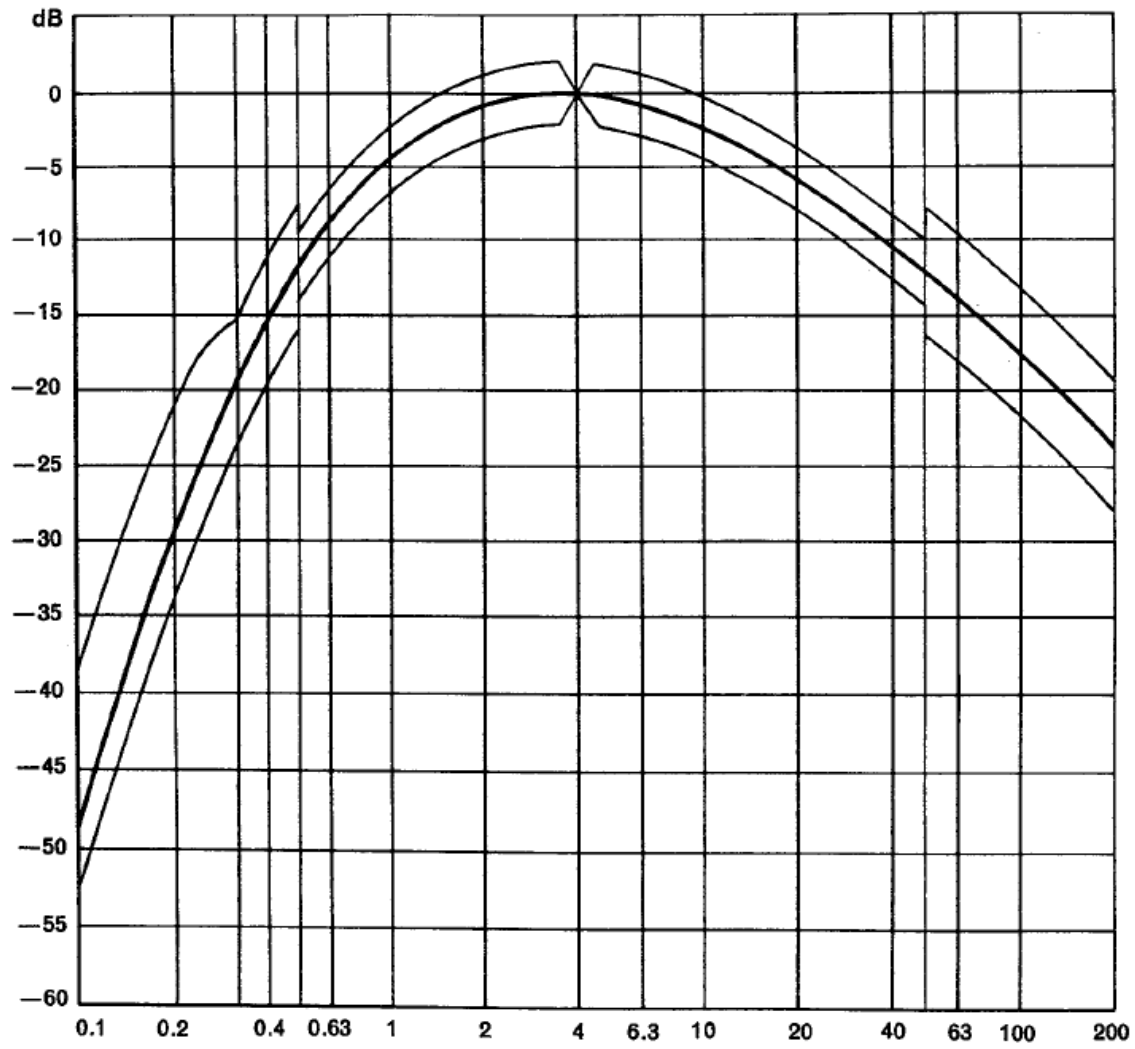
جدول ۱- عوامل توزین

رواداری‌ها	واکنش (dB)	بسامد (Hz)
$\left. \begin{array}{l} \text{از } 0.1 \text{ Hz} \\ \text{تا } 0.2 \text{ Hz} \end{array} \right\} \begin{array}{l} +10 \text{ dB} \\ -4 \text{ dB} \end{array}$	-48,00	0.1
	-30,6	0.2
$\left. \begin{array}{l} \text{از } 0.315 \text{ Hz} \\ \text{تا } 0.5 \text{ Hz} \end{array} \right\} \pm 4 \text{ dB}$	-19,7	0.315
	-15,0	0.4
$\left. \begin{array}{l} \text{از } 0.5 \text{ Hz} \\ \text{تا } 4 \text{ Hz} \end{array} \right\} \begin{array}{l} +10 \text{ dB} \\ -4 \text{ dB} \end{array}$	-8,4	0.63
	-6,0	0.8
	-4,2	1
	-1,8	1.6
	-0,9	2
	0	4

ادامه جدول ۱

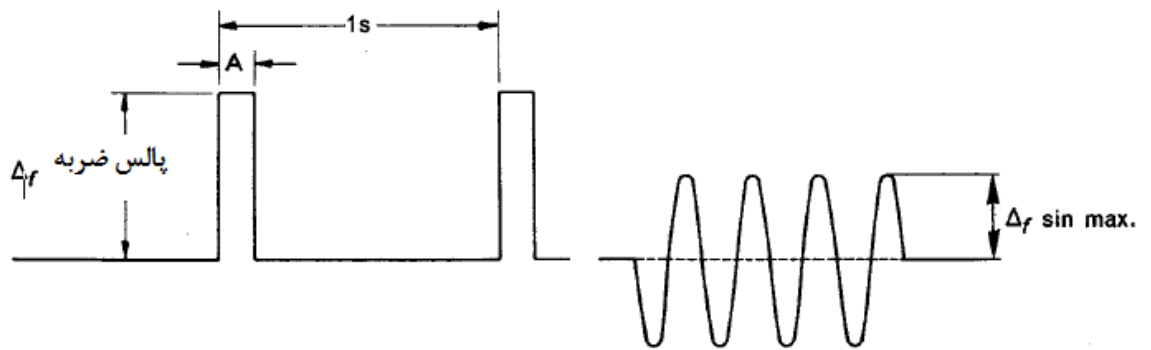
$\left. \begin{array}{l} \text{از } 4 \text{ Hz} \\ \text{تا } 50 \text{ Hz} \end{array} \right\} \pm 2 \text{ dB}$	-0,9	6.3
	-2,1	10
	-5,9	20
	-10,4	40
$\left. \begin{array}{l} \text{از } 50 \text{ Hz} \\ \text{تا } 200 \text{ Hz} \end{array} \right\} \pm 4 \text{ dB}$	-14,2	63
	-17,3	100
	-23,0	200

پاسخ فیلتر توزین dB



تغییرات بسامد Hz

شکل ۱- منحنی توزین



شکل ۲- مشخصات دینامیکی

طول پالس (ms) A	۱۰	۳۰	۶۰	۱۰۰
نشانه % B	21 ± 3	62 ± 6	90 ± 6	100 ± 4

پیوست الف

(الزامی)

الزامات اضافی برای تجهیزات اندازه‌گیری

الف-۱ تجهیزات اندازه‌گیری مورد استفاده باید در محدوده‌های زیر به نحوی عمل کند که تغییرات آزمون بسامد از $\pm 5\%$ بیان شود.

الف-۱-۱ با استفاده از کمینه حساسیت طیف، نشان‌دهنده بسامد بین 0.8 هرتز و 20 هرتز باید خطی تا مقیاس کامل باشد.

یادآوری- امکان فراهم کردن شرایط مطلوب اضافه بار مجدد بیشتر از مقدار معمولی مقیاس کامل باشد.

الف-۱-۲ تحت شرایط حالت پایدار، خطای نشان‌دهنده نباید از $\pm 10\%$ مقدار معمولی مقیاس کامل تجاوز کند. برای شرایط نشان داده شده در زیر، این خطا نباید از $\pm 15\%$ تجاوز کند.

الف-۱-۲-۱ انحراف ولتاژ ورودی از ± 6 dB در دوره اندازه‌گیری باشد.

الف-۱-۲-۲ هنگامی که 30% دامنه مدولاسیون مستطیل شکل 4 هرتز بر روی سیگنال ورودی است بسامد دلخواه مدوله شده به طوری که دستگاه سنجش در غیاب مدولاسیون 0.15 می‌خواند.

الف-۱-۲-۳ هنگامی که بسامد بالاتر از 180 هرتز است (به عنوان مثال همه) تا 20% به مجموع دامنه ولتاژ موثر ورودی (r.m.s) کمک می‌کند.

الف-۱-۲-۴ انحراف ولتاژ خط $\pm 10\%$ باشد.

الف-۱-۲-۵ تغییرات دمای اتاق بین 15°C و 35°C باشد. (پس از حداقل 15 دقیقه کارکرد تجهیزات)

الف-۱-۲-۶ 50 هرتز (یا 60 هرتز) خارج از میدان 4 A/m باشد.

الف-۱-۳ ولتاژ ورودی مورد نیاز نباید از 100 mv تجاوز کند، این نشانه‌ای از سطح درست و مطلوب است.

الف-۱-۴ امپدانس ورودی نباید کمتر از 300 k Ω در 3150 هرتز باشد.

الف-۱-۵ این مقررات برای اتصال فیلترهای خارجی و یا دیگر تجزیه و تحلیل تجهیزات، برای مثال یک نوسان نگار مطلوب هستند. برای خواندن تمامی مقیاس کامل باید حدود یک ولت خروجی ارائه شده باشد.

پیوست ب یادداشت های توضیحی

در ضبط صدا، به دلیل دقت محدود درایو مکانیکی بدست آوردن سرعت ضبط کاملاً ثابت غیر ممکن است. جلوگیری از تغییرات کوتاه مدت (لرزش و ووو) غیرممکن است و تفاوت بین سرعت متوسط در آغاز و پایان ضبط (رانش) نیز اغلب وجود دارد.

برای یک بسامد ثابت (f)، طول موج متفاوت در ضبط، متناسب با سرعت انتقال (v)، با توجه به معادله $\lambda = v/f$ بدست می‌آید. هنگامی که با یک درایو ایده‌آل (ثابت v) تکثیر انجام شود، بسامد ثبت شده بسامد مربوط به بسامد مدولاسیون را نشان می‌دهد. با این حال در عمل سامانه تکثیر تغییرات سرعت و مدولاسیون بسامد را می‌افزاید در نتیجه، برداری از ضبط اضافه می‌شود. تغییرات سرعت انتقال با ثبت بسامد آزمون و اندازه‌گیری تغییرات بسامد در تکثیر به بهترین نحو اندازه‌گیری می‌شود.

۱ اندازه‌گیری تغییرات کوتاه مدت (لرزش و ووو)

هنگام در دسترس نبودن دستگاه ضبط یا تکثیر با توجه به تغییرات بسیار کوچک سرعت دستگاه تحت آزمون، ضبط و تکثیر به طور معمول بر روی دستگاه تحت آزمون انجام می‌شود. بنابراین دو نوع بردار یکسان ایجاد می‌شود و علاوه بر آن تغییرات حاصله بر رابطه مولفه بین دو فاز بستگی دارد. در موارد خاص نتیجه محاسبات بسیار نزدیک به جمع عددی است.

از آنجا که حساسیت گوش انسان به تغییرات بسامد بستگی دارد در بسامدهای متنوع، با یک فیلتر توزین که ویژگی‌های نزدیک به گوش انسان دارد اندازه‌گیری انجام می‌شود.

یک مقدار تقریبی مطلوب فقط در بسامدهای متغیر به طور نسبی پایین امکان‌پذیر است. در بسامدهای بالاتر از ۱۰۰ هرتز، اثر اختلال بیشتر به بسامد و سطح تن ضبط شده بستگی دارد. این اختلال تحت شرایط خاصی می‌تواند مهم باشد. به منظور بدست آمدن خواننده‌ها که با منحنی‌های توزین قابل مقایسه است تا بسامد ۲۰۰ هرتز تعریف شده است. اگر در موارد خاصی تغییرات زیادی در بسامدهای بالاتر (به عنوان مثال، ارتعاشات نوار طولی) ظاهر شود، روش‌های اندازه‌گیری ویژه‌ای لازم است.

تغییرات بسامد به طور معمول غیرسینوسی است. این واقعیت ضرورت ساختن تعیین خواص مدار یک‌سو کننده را نیز نشان می‌دهد.

در برخی از کشورها میزان موثر تغییرات بسامد اندازه‌گیری می‌شود. از آنجا که در این کشورها گاهی اوقات منحنی‌های توزین مختلف استفاده می‌شود و گاهی اوقات هیچ‌کدام نمی‌تواند نتایج بدست آمده را بطور مستقیم با روش قبلی مقایسه کند.

۲ اندازه‌گیری انحراف طولانی مدت (رانش)

این اندازه‌گیری وقتی که از درایو غیر همزمان (به عنوان مثال اصطکاک^۱) استفاده می‌شود دارای اهمیت خاصی است، به عنوان مثال، با نوار بدون سوراخ. نوارها اغلب پس از ضبط ویرایش می‌شوند، به گونه‌ای که موقعیت یک قسمت معین از نوار در قرقره نوار عوض می‌شود. وقتی رانش رخ می‌دهد ممکن است بخش‌هایی از نوار که با سرعت‌های مختلف ثبت شده‌اند باهم ویرایش شوند. در این مورد، یک تغییر ناگهانی در مرحله تکثیر رخ می‌دهد که می‌تواند اختلال به خصوصی در ضبط موسیقی باشد.

به منظور اندازه‌گیری رانش، یک صدای آزمون برای مدت ۳۰ ثانیه در آغاز یک حلقه کامل نوار از حداکثر اندازه که می‌تواند توسط دستگاه تحت آزمون جایگزین شود، ضبط می‌شود. اگر رانش وجود داشته باشد، در این شرایط نتیجه تکثیر در بسامد از بسامد اصلی ضبط شده متغیر است.

این تفاوت نسبی بسامد را رانش می‌نامند.

در دیسک و فیلم ضبط شده سوابق آزمون و فیلم‌ها با دقت کافی در دسترس هستند، به طوری که می‌توان رانش را به طور مستقیم اندازه‌گیری کرد.

تغییرات بسامد به طور معمولی با استفاده از تفکیک کننده‌های بسامد اندازه‌گیری می‌شود. اگر اتصال شبکه پس از تفکیک، جریان DC را عبور ندهد، از این روش نمی‌توان برای اندازه‌گیری رانش استفاده کرد. در این مورد، می‌توان با شمارش ضربات بین بسامد تکثیر و بسامد مولد (ژنراتور) که در ضبط استفاده شده رانش را اندازه‌گیری کرد.

در تجهیزات آزمون دیسک، بسامد بدست آمده از شیارهای درونی با بسامد یک ژنراتور که این بسامد از شیارهای بیرونی بدست آمده تنظیم و مقایسه می‌شود. یکی از تغییرات این روش اندازه‌گیری رانش ممکن است با استفاده از ماشین‌های نوار برای بسامد خط باشد و مقایسه بسامد تکثیر با بسامد خط پس از تعویض قرقره نوار است. این مزیت در ماشینی هدایت می‌شود که خطای ایجاد شده در خط را به علت تغییرات بسامد خط لغو کند. به شرطی که بسامد خط در طول آزمون ثابت باقی بماند.

۳ اندازه‌گیری سرعت مطلق

هنگامی که یک درایو بدون لغزش استفاده شود، می‌توان برای اندازه‌گیری سرعت مطلق از متوسط تکثیر یک ضبط، از آزمون دقیق بسامد و مقایسه بسامد تکثیر با بسامد استاندارد از ۳۱۵۰ هرتز استفاده کرد.

صحت و ثبات بسامد لازم از تغییرات بسامد (رانش) دستگاه سنجش، معقول و منطقی به نظر نمی‌رسد.

اندازه‌گیری دقیق سرعت یک نوار بدون سوراخ بسیار دشوار است. استفاده از یک نوار آزمون برای اندازه‌گیری چنین سرعتی ایجاد مشکل می‌کند زیرا سرعت تکثیر با توجه به تنش‌های متفاوت نوار از یک سو به خواص الاستیک نوار خاص بستگی دارد و از سوی دیگر با توجه به فرآیند پیچش غلتک بین چرخ تسمه و غلتک فشار به خواص سطح نوار بستگی دارد.

^۱ - Friction