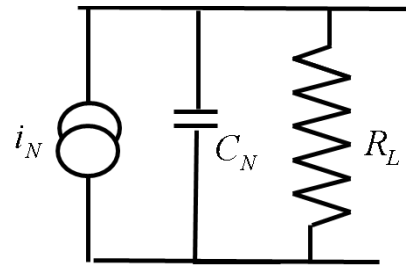


פתרון שאלה 3

גביש פיזו-אלקטרי, שמשמש כחיישן תאוצה, מחובר בכבל קצר (התנגדות וקיבולת זניחה) למד מתח בעל רוחב סרט אינסופי (מעביר כל תדר) והתנגדות של $10M\Omega$ בלבד. א. שרטטו מעגל חשמלי אקוויולנטי. מהי פונקציית התמסורת של המערכת, בהתחשב בנתונים המכניים והחשמליים של הגביש המצוינים למטה. שרטטו בערך את תגובת התדר (אמפליטודה ופאזה) של המערכת וציינו ערכי תדר חשובים. באיזה תחום תדרים השגיאה הדינאמית קטנה מ-5%?

תשובה: מעגל חשמלי אקוויולנטי:



פונקציית תמסורת:

$$\frac{V_o(s)}{s^2 X_b(s)} = K_V \frac{\tau s}{(\tau s + 1)} \frac{(1/\omega_n^2)}{(s^2/\omega_n^2 + 2\xi s/\omega_n + 1)}$$

$$K_V = K_q / C = 2 / 1000 \text{ V / m};$$

$$\tau = R_L C_N = 10 * 10^6 * 1000 * 10^{-12} = 0.01 \text{ sec} = 10 \text{ m sec}$$

$$\omega_n = 2\pi f_n = 232360 \text{ rad / sec}$$

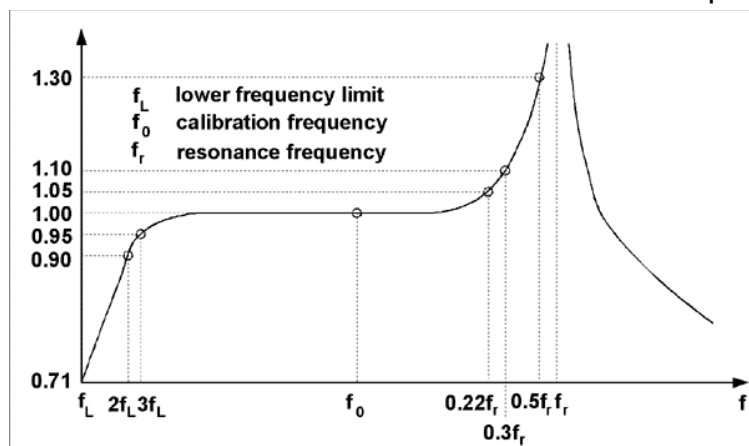
$$\xi = 0.01$$

פונקציית תגובת התדירות:

$$f_L = \frac{1}{2\pi\tau} = 100 \text{ Hz}$$

$$f_r \approx f_n = 37000 \text{ Hz}$$

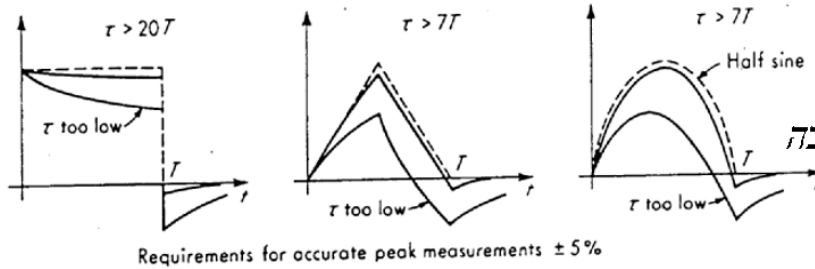
תחום תדרים שבו השגיאה הדינאמית קטנה מ-5%:
 $3f_L < f < 0.22f_r$
 $300 \text{ Hz} < f < 8140$



ב. הסברו מדוע המערכת אינה מתאימה למדידת כוחות המשתנים כגל ריבועי עם זמן מחזור של $10ms$ אם דרוש דיוק של 95%. הציעו מגבר שיאפשר זאת (איזה סוג ומהם ערכי הפרמטרים).

משקף 23 בהרצאה 9:

השגיאה בתגובה לפולס ריבועי באורך T קטנה מ-5% רק אם $\tau > 20T$. שימו לב שאם דרושים דיוק אחר, אפשר להשתמש בנוסחת התגובה לפולס (שקף 17) כדי לקבל את התנאי המתאים.



בעיות שקשורות לתגובה בתדירות נמוכה

ייחוד ייחודיות

עבור $T = 5msec$ (חצי מזמן מחזור), הדרישה היא $\tau > 20 * 5 = 100msec$. התנאי הזה לא מתמלא.

אפשר לחבר מגבר מטען (שקף 33) עם נגד וקבל שיקיימו:

$$\tau_{charge_amplifier} = R_f C_f > 0.1sec$$

כדי לשמור על אותה רגישות, ניקח $C_f = 1000pF$

וכדי לקיים את התנאי של קבוע הזמן: $R_f > 0.1 * 10^9 = 10^8 \Omega$, למשל $R_f = 110M\Omega$

נתוני הגביש: רגישות מטען לדפורמציה $2pCm^{-1}$

קיבולת $1000pF$ ($pF = 10^{-12} F$)

תדירות עצמית $37kHz$

מנת ריסון 0.01