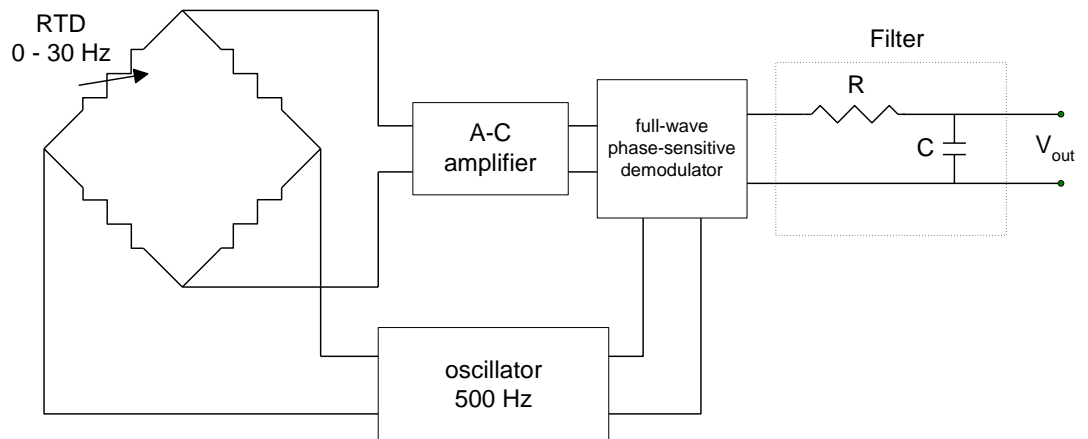


מבחן דוגמא

שאלה מס' 1 (40%)

נתונה המערכת הבאה למדידת טמפרטורת משטח באמצעות מד טמפרטורה RTD . נתון כי תדר התופעה הנמדדת הוא מ-0 עד 30 Hz .



- א. מהו תחום התדרים של אות המוצא ממגבר ה-A-C ?
- ב. מהו תחום התדרים של אות המוצא מהמכפל (demodulator) ?
- ג. לאחר הוספת המסנן, נדרש כי אותות בתדירות גבוהה שנבעו מהמודולציה יונחתו לכדי 3%. מהו גודל הקבל הדרוש במסנן אם נתון שהנגד R הוא בעל התנגדות של 20Ω .
- ד. חשב את ההנחתה המקסימלית ואת שינוי הפאזה של האות הנמדד כתוצאה מהוספת המסנן.

שאלה מספר 2 (20%):

- נתון מד תאוצה פיאזואלקטרי. נתוני החיישן (לא את כולם צריך!):
קיבול אקויוולנטי $150 [pF]$, התנגדות אקויוולנטית $10^{11} [\Omega]$, תדר טבעי $12 [kHz]$,
מנת ריסון 0.1 , קשיחות $2 \cdot 10^9 [N/m]$ ורגישות למטען $5 \cdot 10^{-4} [C/m]$.
היציאה מהחיישן מחוברת למגבר מטען.
- א. צייר מעגל חשמלי אקויוולנטי של החיישן והמגבר.
 - ב. בחר נגד וקבל משוב (מעשיים) כך שהמערכת תוכל למדוד תאוצות בתדירות 10Hz עם שגיאה קטמה מ 5%.
 - ג. רשום את פונקציית התמסורת של המערכת (חיישן ומגבר מטען) בין מתח היציאה והתאוצה של הבסיס.
 - ד. מהי הרגישות הנומינאלית של המערכת (ביחידות של $mV/(m/sec^2)$)? (רגישות נומינאלית בתדירויות שבהן ההשפעות של התגובה החשמלית של המעגל החשמלי, והתגובה המכאנית של החיישן זניחות).



מערכות משולבות חיישנים 035033

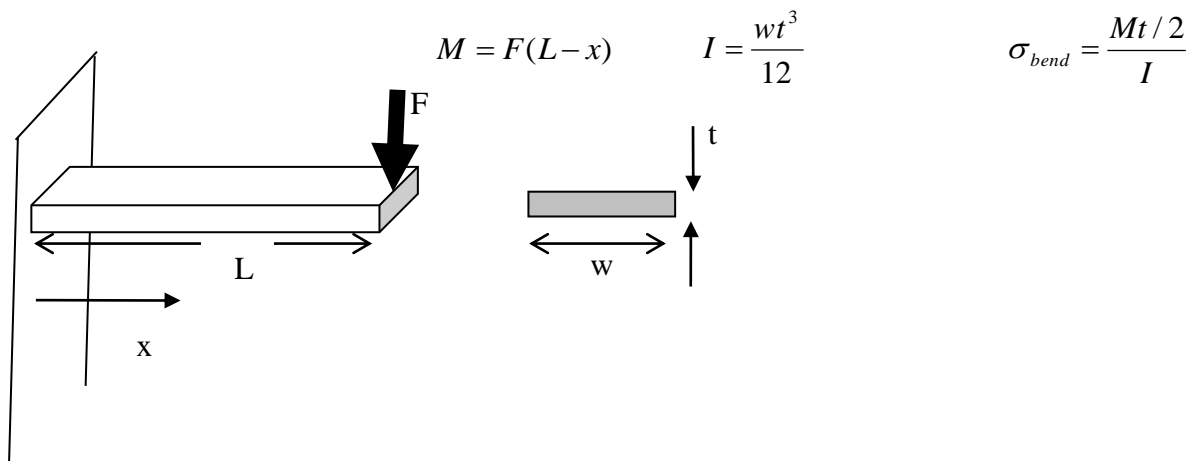
שאלה מספר 3 (40%)

יש לתכנן מערכת למדידת כוח הפועל בקצה החופשי של קורה מלבנית רתומה כמשורטט באיור. תחום המדידה הוא 0-60N.

- א. ציין את מיקום מדי העיבור על הקורה – שרטט באופן ברור על אילו צדדים והיכן לאורך ציר x תמקם את מדי העיבור, ואיך תחבר את מדי העיבור למעגל גשר כך שהרגישות לכוח תהיה מכסימלית והרגישות לעומסים אחרים תהיה מינימלית.
- ב. מהו העיבור בכל אחד ממדי העיבור כפונקציה של הכוח, גיאומטרית הקורה וקבוע מדי העיבור (הנח שאורך מד-העיבור קטן מאוד ביחס לאורך הקורה והזניחו אפקטי קצה)?
- ג. חשב את רגישות המעגל לכוח (ביחידות $\mu V/V/N$). מתח האספקה למעגל הגשר הוא 5V ויציאתו מחוברת למגבר הפרש. מהו ההגבר הדרוש כדי לקבל $FSO=5V$?
- ד. נתון כי ה CMRR של המגבר הוא $CMRR=75db$ (בעוד שה CMRR של הנגדים מתאפס). מהי השגיאה הנוצרת במתח היציאה עקב השימוש במגבר זה? בטאו כאחוז FS.
- ה. מסתבר שבמהלך היום מתפתח הפרש טמפרטורה משמעותי בין המשטח העליון למשטח התחתון של הקורה. מהי שגיאת המדידה אם הפרש הטמפרטורה הוא $20^{\circ}C$? בטאו כאחוז FS.
- ו. בגלל ההשפעה של הפרש הטמפרטורה הוחלט לתכנן מערכת מדידה חדשה – היכן תמקם את מדי העיבור (על הקורה!) ואיך תחבר אותם למעגל גשר כדי שהפרש הטמפרטורה בין משטחי הקורה לא ישפיע על המדידה? במה נפגמה מערכת המדידה?

נתונים:

גיאומטרית הקורה: רוחב: $L=20cm$ אורך: $w=2cm$; עובי: $t=0.4cm$
 מבנה הקורה: $E=200Gpa$ מקדם התנגדות טרמי: $\alpha = 5 \cdot 10^{-5} / ^{\circ}C$
 קבוע מד העיבור: $Gf=2.0$ התנגדות נומינאלית של מדי-העיבור 120Ω
 נוסחאות עזר:



הצורה 1