



גלים עומדים במיתר

מטרות הניסוי:

1. חקירת גל עומד במימד אחד במיתר התפוס בשני קצותיו.
2. בדיקת השפעת המתיחות במיתר, על מהירות ההתקדמות הגל.
3. מציאת הצפיפות הסגולית של הפלדה ממנה עשוי המיתר תוך שימוש בקשר (2).

ציוד : קפיץ מתכת ארוך להדגמת גל נוסע ועומד, מחולל תדרים, אוסילוסקופ עם הצגה במישור התדר, 4 מיתרי פלדה מתמגנטת, סונומטר להחזקת המיתר, מתנד אלקטרומגנטי, חיישן אלקטרו מגנטי, משקולות ורשת משקולות.

מבוא: מהירות ההתקדמות של גל היא תכונה של התווך בוא הגל עובר. (הדגמת גל נוסע בקפיץ) במקומות רבים אנו פוגשים גלים מחזוריים בעלי תדר קבוע (שידור אלקטרומגנטי, צלילים מוסיקאליים, וכו'). בגלים אלו, יתקיים הקשר הבא בין תכונות הגל :

$$V = \frac{\lambda}{T} = \lambda \cdot f \quad (1)$$

כאשר V מהירות ההתפשטות שהיא זהה בגל מחזורי ובגל נוסע, λ אורך הגל, f תדר התנודה, T זמן המחזור של התנודה.

אנו נשתמש בקשר המוצג במשוואה (1) עבור גלים מחזוריים עומדים כדי לבדוק את השפעתם של פרמטרים מכניים על מהירות התקדמות הגל. ככל שתגדל המתיחות תגדל התדירות של התנודה ואיתה גם המהירות, ככל שתגדל צפיפות המיתר, תגדל ההתמדה ויהיה קשה יותר להאיץ אותו וכתוצאה מכך תקטן התדירות והמהירות. אנו נבדוק את הקשר :

$$V = \sqrt{\frac{T}{\mu}} \quad (2)$$

(T המתיחות ו- μ צפיפות המסה הקווית) באמצעות שני המתיחות במיתר עבור מיתרים שונים.

חלק א :

אזהרה : יש להפעיל את המתנד בעוצמות גבוהות לזמנים קצרים בלבד למניעת התחממות.

1. חבר מיתר לסונומטר במצב שאורך המיתר המתנווד הוא 60 ס"מ..
העמס משקל של 1Kg על הרשת התלויה על החריץ החמישי בסונומטר (הרחוק ביותר), שנה באיטיות את תדר המחולל, ומצא תדרים רזוננטיים מתוך התבוננות בגרפים של הזמן והתדר באוסילוסקופ. מצא את התדר המדוייק תוך ע"י שימוש בפונקציית Capture Scope (קיים כפתור בצד ימין בחלק התחתון) מתוך זמן המחזור. רשום את התדרים בטבלה 1 :



טבלה 1

זמן מחזור (ΔT) (שניות – דיוק של 4 ספרות)	תדר הרזוננס במיתר f (הרץ)	תדר המתנד F (הרץ)	אופן התנודה העצמי במיתר (n=1,2,...)

- מצא את ההפרש הממוצע בין תדרים עצמיים עוקבים (ללא קשר לתדר המתנד) _____.
- הסר את המתנד ופרוט על המיתר. מתוך הצגת התדר (טרנספורם פורייה, הספקטרום) רשום את התדרים בהם רועד המיתר. _____.
- האם ההפרש מתאים לתדר הרזוננס הראשון? _____
- השווה לתדרי הרזוננס בסעיף 2. נסו לנסח (כל אחד בנפרד) אמירה כללית לגבי התנהגות הגלים במיתר:

חלק ב:

- שנה את המתיחות 4 פעמים באמצעות הורדת משקולות (המסננת שוקלת 0.1 קילו), ומצא בכל פעם את תדר היסוד בשיטת הפריטה. (ודא שלמרות שינוי המשקל, זרוע מומונט הכוח - Torque עדיין מקבילה לרצפה). מתוך נוסחה (1) עבור תדר היסוד, חשב את המהירויות המתקבלות תוך שימוש בקובץ אקסל: C:\wave\string resonance המובא לדוגמא בטבלה 2.

טבלה 2

M (ק"ג)	T מתיחות (=5Mg) (ניוטון)	f – תדר היסוד (Hz)	v – מהירות הגל (m/s)	v^2 (m^2/s^2)



2. צור גרף של ריבוע המהירות כפונקציה של המתיחות וחשב מתוך השיפוע ונוסחה 2 את הצפיפות האורכית μ של המיתר.
3. מדוד את קוטר המיתר $D=2r$ בעזרת החלק השטוח של הקליבר (שלא למעוך את המיתר). חשב את שטח החתך (המעגלי) של המיתר A .
4. חשב את הצפיפות הנפחית ρ של הפלדה ממנה עשוי המיתר מתוך היחס:

$$\mu \equiv \frac{m}{L} \equiv \frac{\rho \cdot V}{L} \equiv \rho \cdot A \equiv \rho \cdot \pi \cdot r^2$$

כאשר r הוא הרדיוס, V הנפח, L האורך של המיתר בהתאמה.

5. השווה את התוצאה לזו שקיבלו קבוצות אחרות.

חלק ג:

- נסה לשדר בין המתנד והמקלט ללא המיתר.
חבר שוב את המתנד. מנע את רעידת המיתר והתבונן באות המתקבל במשדר. עם וברי המיתר.
עבוד באמפליטודת תנודה של חצי המקסימום. התבונן בגרף התדר בהתנהגות תדרי התנודה במיתר במהלך שינוי התדר במחולל. דונו במתרחש.