<u>מגנטיות</u>: חלק א' – מציאת התלות של שדה דיפול במרחק ובזווית אנטיות: חלק אי

<u>רשימת ציוד:</u>

- מגנט המחובר לתושבת
 - מסילה
- פלטה עגולה עם מד זווית
- מחוג עליו ניתן לקבע את המגנט בעזרת תושבת למגנט
- מד הול (מכשיר למדידת שדה מגנטי) מחובר למחשב.
 - Multi-log •
 - תכנת ה-Multi-lab במחשב

בחלק זה נמדוד את השדה אשר יוצר מגנט. כאשר פעם אחת נבצע סט מדידות כאשר הזוית בין החיישן למגנט קבועה (יש לבחור בזווית כך שהשדה המגנטי הנמדד יהיה מקסימלי. זכרו מה התלות של השדה בזווית ובחרו בזווית בהתאם), והמרחק משתנה. בפעם השנייה נקבע את המרחק ונשנה את הזווית (כיצד תבחר את המרחק המתאים למדידה זו?). בנוסף, היות והשדה המגנטי שאנו מודדים מושפע מ"שדה רקע" שיוצר השדה המגנטי של כדור הארץ, נבצע תחילה מדידת רקע, שנקזז מכלל המדידות בעת עיבוד התוצאות.

<u>ביצוע המדידות:</u>

1. חיבור ראשוני של המערכת:

- א. לחבר את החיישן הול ל-Multilog באמצעות הכבל המסומן.
 - **ב.** לוודא שה-Multilog דלוק.

2. כיול ה Multi lab

- א. להפעיל את תכנת ה-Multilab במחשב.
- Agnetic ב. בכפתור Setup Wizard, וודאו כי סוג החיישן המוגדר הוא 0.2mT.
 - ג. בחרו קצב דגימה 10 דגימות לשנייה, וזמן דגימה של 5 שניות.

3. פרוטוקול כללי לביצוע מדידת שדה מגנטי קבוע:

א. הפעילו את מערכת המדידה ע"י לחיצה על Run.

עמוד 1 מתוך 4

- ב. בתום המדידה, יש לחלץ מהתכנה את השדה המגנטי הממוצע שנמדד, את סטיית התקן שלו ואת מספר המדידות.
- ג. בחרו מהתפריט statistics בחלון שנפתח מוצגים . הממוצע (mean) של השדה שנמדד וסטיית התקן (stdev) (שימו לב שזוהי סטיית תקן ולא שגיאה סטטיסטית).

4. מדידת השדה המגנטי של כדוה"א:

- א. הרכיבו את חיישן השדה המגנטי בלבד צמוד לקצה הסרגל, כך שהחיישן
 פונה לחלק הארוך של הסרגל (שם תרכיבו בהמשך את המגנט עצמו).
 הרחיקו את המגנט מתחום החיישן, או לחילופין הציבו אותו בניצב לחיישן.
- ב. מדדו את השדה המגנטי לפי **הפרוטוקול הכללי**. השדה שקיבלתם הוא השדה המגנטי של כדוה"א. מרגע שמדדתם אותו, <u>אל תזיזו את חיישן</u> <u>השדה המגנטי ואת הסרגל</u> כדי לא לשנות את זווית החיישן ביחס לשדה כדוה"א.
 - 5. מדידת השדה המגנטי של הדיפול:

הערה חשובה: לפני שאתם מתחילים למדוד בדקו מהו טווח המדידה האפשרי של החיישן. שימו לב כי כאשר החיישן קרוב מידי למגנט, תתכן רוויה, וכאשר הוא רחוק מידי למגנט, יתכן ולא יקלוט אותו. בנוסף, שימו לב ששדה מגנטי הוא גודל ווקטורי, ולכן שדה מדוד שערכו אפס איננו אומר בהכרח שאתם לא מודדים כלום אלא שיתכן שהשדה של המגנט שווה ומנוגד לשדה של כדוה"א.

- א. מדדו את השדה המגנטי של הדיפול עבור מרחקים שונים, בזווית קבועה.
- ב. מדדו את השדה המגנטי של הדיפול במרחק קבוע, עבור זוויות משתנות. יש
 לבצע מדידות לאורך כל הטווח של הזוויות (°0-360).

<u>ניתוח תוצאות</u>

- עבור כל התוצאות הגולמיות של השדה המגנטי, יש להפחית את מדידת השדה 1. המגנטי של כדור הארץ, ולנרמל את הערך בחלחלות של הריק µ.
 - 2. את עיבוד התוצאות נעשה במטלאב (התאמה של חי בריבוע), כאשר על מנת לייצר פונקציה חדשה עבור ה-fitGUI, יש לייצר קובץ m. (ראו כפתור "Help" בlitGUI).
- 3. שרטטו גרף של השדה המגנטי כפונקציה של המרחק (עבור זווית אחת קבועה) והסיקו מההתאמה את חזקת הדעיכה של השדה n ואת גודל מומנט הדיפול m.
- שרטטו גרף של השדה המגנטי כפונקציה של הזווית (עבור מרחק מסוים קבוע), והסיקו
 מההתאמה את גודל מומנט הדיפול m. השוו ערך זה לערך שהתקבל בסעיף הקודם.

הערות חשובות לגבי ביצוע ההתאמה לפונקציה המתאימה:

- לא לקחת כמשתנה תלוי את השדה המגנטי עצמו, אלא לכלול במשתנה זה גם החלחלות המגנטית של הריק, אחרת תקבלו בעיית סדרי גודל בהתאמה. לא תתקבל התכנסות נכונה, מאחר והצעדים של המינימיזציה יהיו קטנים מדי.
- זכרו כי בסעיף 3 ו-4, ההתאמה במטלאב צריכה לכלול מספיק קבועים כדי לקחת בחשבון את מכלול השגיאות השיטתיות בניסוי. למשל, מאחר ובהתאמה למרחק אנו מצפים לקבל אסימפטוטות, צריך להוסיף דרגות חופש, כך שה- matlab יוכל להתמודד עם שגיאות שיטתיות שיתכן וישנן.

חלק ב' – כא"מ מושרה בסליל

<u>רשימת ציוד:</u>

- מגנט
- תושבת נפרדת למגנט המחוברת למנוע חשמלי
 - ספק מתח ושני כבלים לחיבור למנוע
 - סליל
 - מוט וחרוז לכיול המרחק בין המגנט לסליל
- מד מתח ממוחשב (מחובר ל-Multilog ול-Multilab)

בחלק זה נמדוד את המתח המושרה על סליל עקב סיבוב מגנט, ומכאן נסיק את תלות המתח בתדירות הסיבוב. לשם כך, נרכיב את המגנט על התושבת המחוברת למנוע החשמלי. נמקם את הסליל בדיוק מול המגנט, ונחברו למד מתח. בחלק זה חשוב לדאוג שהמגנט יהיה קרוב לסליל וממורכז מולו. לשם כך, השחילו את המוט דרך הנקבים המיועדים לכך במרכז הסליל, ודרך החרוז מצידו השני, וודאו כי ניתן לחבר את החרוז לתושבת בצורה אופטימלית.

הרכבת המערכת:

- a. לאחר קיבוע מיקום הסליל ביחס לתושבת, חברו את המגנט אליה. חזקו בעזרת הבורג את המגנט למקום, על מנת שלא ישתחרר בעת הסיבוב. חברו את המנוע לספק המתח, קבעו את מתח העבודה והגבלת הזרם לפי ההנחיות הרשומות על גבי המנוע, וקראו למדריך לאישור החיבורים.
 - בגוף המנוע, ניתן לשלוט על כיוון ותדירות הסיבוב באמצעות שני מכוונים. תחילה, בחרו בכיוון סיבוב מסוים, והגבירו באיטיות את מהירות המנוע, על מנת לבדוק שהמגנט לא עף מהתושבת באמצע הסיבוב.
 - voltage וודאו כי מד המתח מוגדר במולטי לוג המחובר לסליל (סוג חיישן. c ובחרו בתדירות המתאימה ובמשך זמן המדידה המתאים. נסו להעריך (2.5

מהו קצב הדגימה הדרוש בכדי לדגום אות בתדר כלשהו, כאשר יש לקחת בחשבון את תדירות Nyquist (ראו נספח א').

2. ביצוע המדידות:

- **a**. הציבו את המגנט במרחק מסוים מהסליל, ומדדו את המרחק מהסליל למגנט. הפעילו את המנוע והמתינו כמה שניות עד להתייצבות. בצעו מדידה.
- b. מתוך המדידה, יש לחלץ את תדירות הסיבוב לפי זמן המחזור של האות, ואת אמפליטודת המתח המושרה על הסליל. את האמפליטודה יש לחלץ לפי המתח המקסימלי שהתקבל עבור מדידה זו. כיצד נוכל להכליל שגיאה סטטיסטית עבור מדידת המתח? שימו לב כי כעת, הממוצע יהיה בקירוב 0, לכן הוא לא מהווה מדד טוב למתח אותו אנו מנסים למדוד.
 - נסו לחשוב איך ניתן להעריך את השגיאות בזמן ובמתח תוך כדי ביצוע. המדידות.
 - d. חזרו על המדידות עבור 6 תדירויות סיבוב שונות.

<u>ניתוח תוצאות</u>

שרטטו גרף של אמפליטודת המתח כפונקציה של התדירות והראו שאכן התלות היא לינארית. יש לנתח את הגרף ואת גרף השארים ולדון בתוצאות.

(MultiLogPRO נספח א': עיבוד אותות (מתוך המדריך למשתמש של 100)

יש לקבוע את קצב הדגימה של התכנה לפי התדירות המאפיינת את הסיגנל שנדגם. אם למשל מדובר בסיגנל מחזורי, כגון אות סינוסואידיאלי, יש לוודא כי קצב הדגימה גדול לפחות פי שתיים מהתדירות של האות. תדירות קריטית זו מכונה "תדירות Nyquist", ויש לדאוג תמיד לדגום בקצב הגדול ממנה. **לא תתכן דגימת יתר, אך דגימה בקצב נמוך מהתדירות** הנדגמת עלולה לגרום למיסוך התדירות Biasing. במצב זה, האות שנגדם ויוצג על גבי גרף יראה בתדירות הנמוכה בהרבה מהערך הצפוי. למשל:



קו שחור: האות המקורי, נקודות אדומות: מיקום דגימת האות, קו כחול: האות הנדגם

ניכר כי האות הנדגם הינו בתדירות הנמוכה מתדירות האות המקורי, לכן נסיק כי קצב הדגימה שגוי, ויש להגדיל אותו.