

הצעה לביצוע שני ניסויים באלקטרוסטטיקה*

אברהם אלון, קיבוץ העוטף

הניסוי

נקח מוט מוליך ונסובב אותו (ונמשיך לסובב אותו) במישור אנכי מסביב לציר אופקי הניצב למוט. ננסה למדוד או לפחות לגלות את הזרם הזורם במוט.

באופן מעשי ניתן לבנות את המתקן בצורה הבאה: במקום מוט מוליך נקח מוט עץ או פלסטיק, אשר לאורכו נחזק תייל מוליך; אמצע התייל יהיה מופסק ויחובר בו אינדיקטור או מכשיר מדידה. לקצה המוליך משני הצדדים נחבר מוליכים מורחבים יותר, כעין חצאי כדורים, כדי לתת לקצוות האלה קיבול גדול יותר מאשר יש לקצוות התייל בלבד.

לקבלת הערכה של סדרי גודל נניח:

1. אורך המוט הוא כ-3 מטר.
2. הקטרים של חצאי הכדורים הם כ-30 סנטימטר.
3. האינדיקטור - נורית ניאון קטנה.

נסובב את המוט ביד במהירות רבה ככל שנוכל.

הערכה של סדרי גודל מראה כי הזרם שיזרום בתייל קטן בערך בשני סדרי גודל מכדי לגרום לנורית להבהב. על כן עלינו למצוא אינדיקטור רגיש יותר מנורית הניאון. ניתן להגדיל את רגישות המדידה כאשר במקום נורית הניאון לוקחים מגבר עם כניסה בעלת עכבה גבוהה (לדוגמה: FET 3N128), ראה תרשים 2. את הקצוות אשר באמצע החוט נחבר בעזרת מגע מחליק (פחיות וטבעות כמו במנועים - "מברשות") אל המגבר הרגיש.

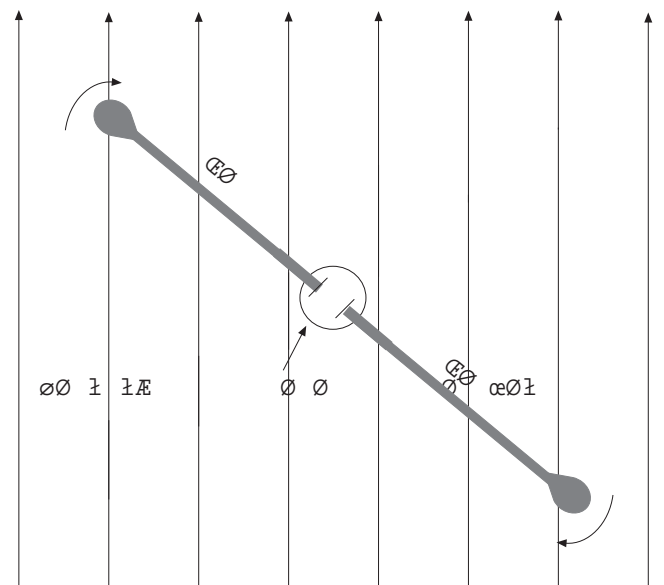
כך נוכל להוכיח בקיום השדה ובעזרת כיוול מתאים נוכל אף למדוד אותו. ** אם נצליח בזה, נוכל בודאי להקטין את גודל המתקן לממדים נוחים.

ניסוי 1: השדה אלקטרוסטטי באטמוספירה

מבוא

סיבוב מוט מוליך בתוך שדה אלקטרוסטטי אחיד במישור מקביל לשדה (ציר הסיבוב מאונך לשדה), גורם לזרימת זרם חילופין במוט. גם כאשר מהירות הסיבוב גבוהה, זרם זה אינו בהכרח סינוסואידי, אולם צורתו תתקרב לצורת סינוס כאשר זמן מחזור הסיבוב קצר מאוד לעומת קבוע הזמן RC של המוט. גם כאשר קיים אלמנט לא ליניארי במעגל בו זורם הזרם לא תיווצר צורת הסינוס.

ניתן להשתמש בשיטה זו כדי להראות את קיומו של השדה החשמלי הקיים על פני כדור הארץ. (כפי שהמצפן משמש כדי להראות את קיומו של השדה המגנטי של כדור הארץ). כידוע, בשטח גלוי - גרדיאנט הפוטנציאל החשמלי באטמוספירה מכוון כלפי מעלה וערכו כ-100 volt/meter.



תרשים 1

הערות המערכת

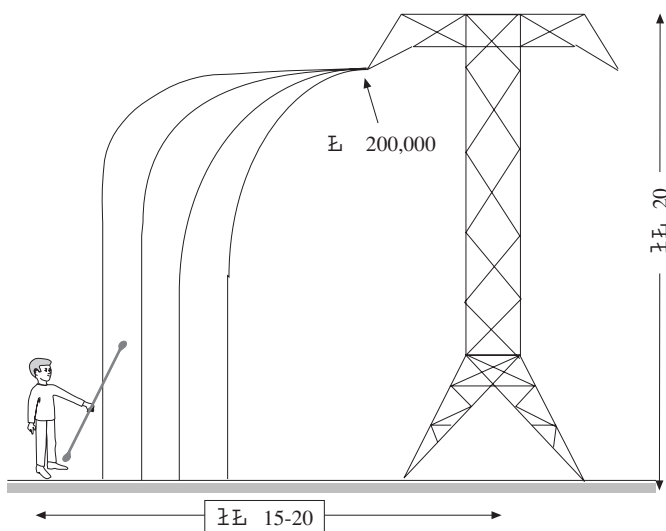
* מחבר המאמר ביצע חלק מניסויים אלה בעבר, וחלקם הוא מציע למעוניינים כרעיונות חדשניים לביצוע עצמי.
** כיום ניתן להשתמש במכשירי מדידה רגישים המודדים זרמים של מאות פיקואמפרים (לדוגמה Unilab מודל 017.020) למדידה ישירה של זרמים אלו.

באמצעות נורית ניאון ובקצוותיו שני דגלי ניר אלומיניום בגודל של 6x6 ס"מ רבוע.
 ב. מגבר עם כניסת FET3N128 בעל עכבת כניסה גבוהה.

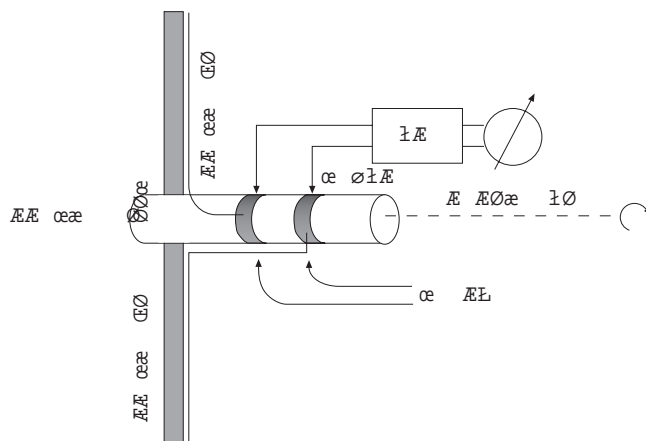
הפעלה:

המערכת המתוארת מאפשרת חקירה של השדה החשמלי באזור קרוב לקווי של "מתח גבוה מאוד" של חברת החשמל. במרחק של 15-20 מטר הצידה מן ה"קווי" - הנורית דולקת באופן קבוע, כאשר המוט נמצא בכיוון השדה. מכשיר זה מאפשר למצוא מייד את כיוון השדה. ברגע הראשון הופתעתי כשראיתי כי שדה מכסימלי לא התקבל כאשר מכוונים את המוט אל החוטים, אלא בכיוון אנכי. כמוכן המוט צדק, השדה בקרבת הקרקע ניצב לקרקע, כי פני האדמה מבחינה זאת מהווים משטח שווה-פוטנציאל. כשהמוט ניצב לשדה, זאת אומרת, מקביל לקרקע, הנורית כבה לגמרי; היא מתחילה להאיר כשמשנים את כיוון המוט (במקרה של הניסוי שלי כשהרמתי אותו בזווית של כ 30 מעלות).

הפרש הפוטנציאלים בין קווי מתח גבוה מאוד והקרקע הוא כ- 200,000 וולט, אולם להערכת השדה ממוסך במידה רבה ע"י קו הארקה בגובה. כלומר, בהתחשב בגובה הפיזי של הקוויים, השדה בגובה הקרקע הוא פחות מ 10,000 וולט למטר. הנורית דלקה עם הרמה לזווית של 30 מעלות, כלומר פחות מ 5,000 וולט למטר, תדירות זרם החילופין 50 הרץ לשניה. מהניסוי המתואר ניתן לקבל מושג על רגישות מתקן המדידה.



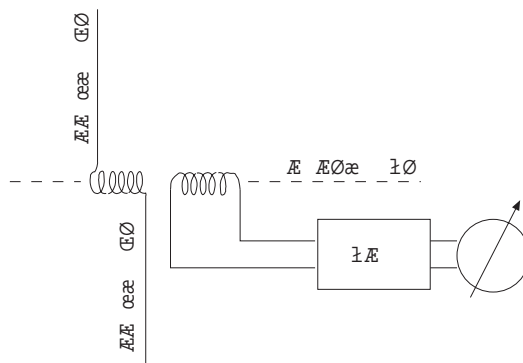
תרשים 4



תרשים 2

הצעה לשיפור נוסף:

באמצע התייל נחבר סליל קטן, בו יזרום הזרם הנבדק (ראה תרשים 3), את הזרם הזורם בסליל נוכל למדוד באופן אינדוקטיבי על-ידי סליל ניח הנמצא מול הסליל המסתובב עם התייל. הסליל הניח יחובר למגבר וכ'...



תרשים 3

בנסויים בשיטה דומה, אך פחות יעילה מן המוצע כאן, שביצעתי לפני מספר שנים, התרשמתי כי הניסוי יכול להצליח בשטח פתוח. הניסוי צריך להתבצע במקום בו המרחק מן המבנים (גם עצים או עמודים) גדול מגובה העצמים, כלומר מחוץ ל"אזור הצל" של 45 מעלות בערך. את הפרויקט אני משאיר לאלה אשר ישקיעו מאמצים בביצועו, אבל לשם אוריינטציה אדווח כאן על כמה ניסויים מקדימים:

המכשיר:

א. מוט באורך של כ 160 ס"מ. לאורכו תייל מסוכך אשר

ניסוי 2: הדגמה של קווי כוח אלקטרוסטטיים

בשעורי הפיסיקה רגילים להדגים "קווי כוח" מגנטיים, אבל בדרך כלל אין מדגימים קווי כוח אלקטרוסטטיים, למרות שניתן לבצע זאת בצורה יפה, גם בשלושה מימדים.

האמצעים:

סיבי זכוכית דקים וישרים (מהם עושים את הפיברגלס). זהו שיפור משמעותי לעומת חוטי הטכסטיל בהם השתמשו להדגמות בעבר.

הוראות בטיחות:

חובה לעבוד עם משקפי מגן ואסור לשאוף את סיבי הזכוכית לריאות!!

ביצוע (מומלץ רק בתור הדגמה)

רצוי מאוד לדאוג לתאורה מתאימה. (הסיבים מבריקים ומנורת שולחן יכולה להיות אפקטיבית מאוד).
אורך הסיבים הרצוי לנסוי: מ 2 עד 8 ס"מ בערך - מעורבים. מפזרים אותם למשל מעל כדורים טעונים. הסיבים, חלקם במעוף, חלקם בעמידה, בודדים או בהוותם חוטים דבוקים - מתארים היטב את קוי הכח החשמליים.

הכותב מזמין קוראים המעוניינים בביצוע רעיונות אלו לפנות אליו לקבלת פרטים והסברים נוספים.
