

משרד החינוך  
המינהל למדע ולטכנולוגיה  
הפיקוח על מגמת הנדסת אלקטרוניקה ומחשבים  
ומגמת מערכות בקרה ואנרגיה

---

## מגמת הנדסת חשמל בקרה ואנרגיה

תכנית לימודים במקצוע

# מדידות

סמל מקצוע 33.9002

כיתה י"ג

## תכנית הלימודים במקצוע

### מדידות – 72 שעות

#### כיתה י"ג

שעות	ראשי פרקים
10	1. יסודות במדידות
18	2. מבנה עקרון פעולה ושיטות מדידה של מכשירי מדידה
4	3. מתמרים וחישנים עקרון פעולה ושימושים אופייניים
4	4. משקף תנודות
8	5. מדידות של זרם, והספק ברשת תלת מופעית
4	6. רב מודד ספרתי
4	7. מד תדר ומונה
4	8. מחוללי אותות
4	9. מערכת בדיקה אוטומטית (ATE)
4	10. מדידת עוצמת שדות חשמליים ומגנטיים
8	11. תיאור ושיטות מדידה ובדיקה במתח גבוה

---

סה"כ 72

- 10 ש' יסודות במדידות .1**
- 1.1 המדידה ומטרותיה
  - 1.2 מדידה ישירה ומדידה עקיפה.
  - 1.3 מהימנות של שיטת המדידה.
  - 1.4 שגיאות מדידה – שגיאה שיטתית ושגיאה אקראית. חישוב שגיאות.
  - 1.5 שגיאות מדידה – שגיאה מוחלטת ושגיאה יחסית. חישוב שגיאות.
  - 1.6 מאפייני מכשירי מדידה התורמים לשגיאת המדידה: דיוק, לינאריות, קריאות, רגישות, ברירות, חזרתיות, תחום והתאמה.
  - 1.7 מאפייני תנאי הסביבה והשפעתם על המדידה.
  - 1.8 מבנה אופייני של מערכת המדידה: חיישן, מתמר, מגבר מכשור, יחידת תצוגה ויחידת זיכרון (תיאור מלבנים).
  - 1.9 אותות תקינים תקביליים (אנלוגיים) וספרתיים במערכות מדידה.
  - 1.10 יחידות חישה נפוצות: קיבולית, השראתית, התנגדותית – בתלות בטמפרטורה ובממדים, אלקטרומגנטית, פוטואלקטרית, פוטוולטאית, פיאזואלקטרית.
- 18 ש' מבנה, עקרון פעולה, ושיטות מדידה של מכשירי מדידה .2**
- 2.1 מבנה/תרשים מלבנים, עקרון פעולה, שיטות מדידה ושימושים אופייניים.
    - 2.1.1 מד זרם לזרם ישר ולזרם חילופין. שיטת מדידה ישירה באמצעות נגד טורי.
      - מד זרם תקבילי ומד זרם ספרתי.
    - 2.1.2 מד זרם לזרם ישר. שיטת מדידה עקיפה באמצעות: שטף מגנטי, תופעת הול – מד זרם ספרתי.
    - 2.1.3 מד זרם לזרם חילופין. שיטת מדידה עקיפה באמצעות שטף מגנטי (שנאי זרם) תקבילי וספרתי.
    - 2.1.4 מד מתח לזרם חילופין ולזרם ישר בשיטת מדידה ישירה. תקבילי וספרתי.
  - 2.2 מדידה באמצעות גשר.
    - 2.2.1 עקרון פעולה של גשר וטסטון.
    - 2.2.2 גשרים למדידת התנגדויות נמוכות.
  - 2.3 תרשים מלבנים, עקרון פעולה, שיטת מדידה ושימושים אופייניים למדידת הספק ואנרגיה במעגלים לזרם חילופין חד-מופעיים.
    - 2.3.1 מד הספק למדידת הספק פעיל (אקטיבי) ומד הספק למדידת הספק עיוור (ראקטיבי) – תקבילי וספרתי.
    - 2.3.2 מוני אנרגיה חשמלית (kWh), מד אנרגיה אקטיבי וראקטיבי, מונה תעו"ז – ספרתיים.
    - 2.3.3 מד מקדם הספק (PF) ספרתי.

- 2.4 תרשים מלבנים, עקרון פעולה, שיטות מדידה ושימושיים אופייניים למדידת התנגדות ועכבה.
- 2.4.1 מד התנגדות הארקה תלת קוטבי.
- 2.4.2 מד התנגדות בידוד.
- 2.4.3 מד עכבת לולאת התקלה.
- 3. מתמרים וחישנים – עקרון פעולה ושימושים אופייניים** 4 ש'
- 3.1 טמפרטורה (NTC, PTC, צמד טרמי, רכיבים מוכללים).
- 3.2 לחץ.
- 3.3 חיישן קירבה (קיבולי והשראתי).
- 3.4 חיישן אור (LDR, פוטורנזיסטור, פוטודיודה).
- 4. משקף תנודות** 4 ש'
- 4.1 תרשים מלבנים ועקרון פעולה.
- 4.2 מדידת מתח, זרם, תדר והפרש מופע באמצעות משקף תנודות.
- 5. שיטת מדידה ומעגלי מדידה ברשת לזרם חילופין תלת-מופעית** 4 ש'
- 5.1 מדידת זרם קווי בשיטה ישירה ועקיפה (שנאי זרם).
- 5.2 מדידת מתח מופעי וקווי בשיטה ישירה.
- 5.3 מדידת הספק ברשת סימטרית באמצעות מד הספק חד- מופעי יחיד, באמצעות שני מדי הספק חד-מופעיים ובאמצעות מד הספק תלת-מופע
- 6. רב מודד ספרתי** 4 ש'
- 6.1 תרשים מלבנים, עקרון פעולה ומאפיינים חשמליים.
- 7. מד תדר ומונה** 4 ש'
- 7.1 תרשים מלבנים, עקרון פעולה ומאפיינים חשמליים.
- 7.2 מדידת זמן מחזור ותדר.
- 8. מחוללי אותות** 4 ש'
- 8.1 תרשים מלבנים, עקרון פעולה ומאפיינים חשמליים.
- 8.2 אופן יצירת גל ריבועי, גל משולש וגל סינוס. מאפייני הגלים.

- 4 ש' 9. מערכת בדיקה אוטומטית (ATE)**
- 9.1 עקרונות של בדיקה אוטומטית ושימושיים אופייניים.
- 9.2 ממשקי תקשורת – GPIB, RS232, RS422, RS485.
- 4 ש' 10. מדידת עוצמת השדה החשמלי ועוצמת השדה המגנטי**
- 10.1 שיטות ומכשור למדידת צפיפות השטף המגנטי.
- 10.2 שיטות ומכשור למדידת עוצמת השדה החשמלי.
- 8 ש' 11. תיאור שיטות מדידה ובדיקה במתח גבוה**
- 11.1 תא מדידה למתקן מתח גבוה.
- 11.2 בחון זרם ובחון מתח.
- 11.3 ליפוף מדידה בשנאי בדיקה.
- 11.4 מד מתח אלקטרו סטטי.
- 11.5 קבל מדידה המחובר בטור למד זרם.
- 11.6 נגד מדידה המחובר בטור למד זרם.
- 11.7 מחלק מתח מורכב מנגדים.
- 11.8 מחלק מתח מורכב מקבלים.
- 11.9 מחלק מתח משולב.
- 11.10 כדורי מדידה.

## ספרות מומלצת

1. **מדידות ומכשור**, א. אברמוביץ, מטח, 1996.
2. **מדידות חלק א**, א. אברמוביץ, צ. אזיה, ש. זרצקי, ש. זיסק, מטח, 2011
3. ***Applied electronic instrumentation and measurements***, D. Buchla and W. Mclachlan, Maxwell Mcmillen international editors, 1992.