

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

מגמת הנדסת אלקטרוניקה ומחשבים
התמחות מערכות מחשוב ובקרה

תכנית לימודים למקצוע

אלקטרואופטיקה

סמל מקצוע 11.9217

כיתה י"ד

כסלו תשס"ז (דצמבר 2006)

תכנית הלימודים במקצוע
אלקטרואופטיקה – 96 שעות

כיתה י"ד

מספר שעות	ראשי פרקים
6	1. מבוא למערכות אופטיות ואלקטרואופטיות
14	2. מושגים בסיסיים באופטיקה
10	3. רכיבים אופטיים
10	4. הסיב האופטי
6	5. מקורות אור לא קוהרנטיים
10	6. הלייזר
8	7. גלים
10	8. תקשורת סיב-אופטית
12	9. מערכות הדמיה אלקטרואופטיות
10	10. מערכות מבוססות לייזר

סך-הכול	96
----------------	-----------

1. מבוא למערכות אופטיות ואלקטרואופטיות (תיאור כללי של מערכות אלקטרואופטיות שונות) 6 שעות

- 1.1 מצלמת וידיאו.
- 1.2 צילום רנטגן (קרני X), ניתוח בעזרת קרני לייזר.
- 1.3 רשתות של תקשורת סיב-אופטית.
- 1.4 אלקטרואופטיקה בידורית – צגים.
- 1.5 ציוד עזר למחשב – מקלדת וירטואלית, עכבר אופטי.
- 1.6 מערכת ראיית לילה.

2. מושגים בסיסיים באופטיקה 14 שעות

- 2.1 תכונות האור
 - 2.1.1 שתי דרכי ההתייחסות לאור: האור כגל והאור כחלקיק.
 - 2.1.2 תכונות של גל אור: אורך הגל, תדר הגל, הקוהרנטיות, ספקטרום הגל האלקטרומגנטי, מהירות ההתפשטות, מנת השבירה.
 - 2.1.3 תכונות של חלקיק אור (פוטון): האנרגיה, הקשר לאורך הגל.
 - 2.1.4 קרן אור – הגדרה, אלומת קרניים, דוגמאות: אלומה מקבילה (גל מישורי), אלומה מתבדרת (גל כדורי).
- 2.2 אופטיקה גיאומטרית
 - 2.2.1 חוקי ההחזרה והשבירה של קרן אור במשטחים מישוריים, מהלך הקרן, חוק סנל, הזווית הקריטית, מהלך הקרן במנסרה עשויה זכוכית.
 - 2.2.2 תופעת נפיצת האור.
 - 2.2.3 החזרה ושבירה של קרן אור ממראה מישורית וממראה כדורית, סרטוט מהלך הקרן, מציאת הדמות באופן גרפי ובאופן חישובי.
 - 2.2.4 תיאור גרפי של קרן העוברת מתווך אחד לתווך אחר (מנת שבירה שונה), מציאת הדמות באופן גרפי ובאופן חישובי.

3. רכיבים אופטיים 10 שעות

- 3.1 עדשות
 - 3.1.1 עדשה דקה – הגדרה, מהלך הקרניים למציאת הדמות באופן גרפי ובאופן חישובי.
 - 3.1.2 עדשה מכנסת – הגדרה, מהלך הקרניים למציאת הדמות באופן גרפי ובאופן חישובי, מרחק מוקד, מפתח, מספר מוקד, הגדלה.

- 3.1.3 עדשה מבדרת – הגדרה, מהלך הקרניים למציאת הדמות באופן גרפי ובאופן חישובי, מרחק מוקד, מפתח, מספר מוקד, הגדלה.
- 3.1.4 צירופים של עדשות פשוטות – הטלסקופ האסטרונומי (קפלריאני), הטלסקופ הגלילאי, המיקרוסקופ.
- 3.1.5 עדשה כדורית עבה – הגדרה, עיוותים.
- 3.1.6 עדשה אספרית – הגדרה, דוגמאות לשיפורים בביצוע של עדשה אספרית.
- 3.2 מקטב – הגדרה, מאפיינים, סוגי מקטבים.
- 3.3 סריג – הגדרה, מאפיינים, סוגי סריגים: סריג מופע, סריג אמפליטודה, עקיפה מסריג.
- 3.4 אופטיקה פיזיקאלית.
 - 3.4.1 התאבכות בין שני גלים – הגדרה, תבנית ההתאבכות, דוגמאות: תבנית של שני גלים מישוריים בזווית, תבנית של גל מישורי וגל כדורי.
 - 3.4.2 התאבכות גל עם עצמו (גל עומד) בתוך שכבה דקה – הגדרה של גל עומד, דוגמאות: התאבכות בטיפת נוזל, מסנן התאבכות חד-שכבתי.
 - 3.4.3 עקיפה – הגדרה, תבנית עקיפה, דוגמאות: עקיפה מחריץ, עקיפה מקצה מכשול, עקיפה מחיר.
 - 3.4.4 קיטוב – הגדרה, סוגי קיטוב: ליניארי, מעגלי, אליפטי.

10 שעות

4. הסיב האופטי

- 4.1 מבנה של סיב אופטי.
- 4.2 עקרון ההנחיה בסיב.
 - 4.2.1 הנחיית אור בפרוסה (slab) אופטית.
 - 4.2.2 הנחיית אור בסיב.
- 4.3 אופנים מונחים בסיב אופטי.
- 4.4 מגבלות ההתפשטות של האור בסיב אופטי.
 - 4.4.1 נייחות והתלות באורך הגל.
 - 4.4.2 נפיעה: נפיעת אופנים, נפיעת אורכי גל, נפיעת קיטוב.
 - 4.4.3 בחירת אורך הגל המיטבי.
- 4.5 סוגי סיבים – חד/רב אופנים, סיבי זכוכית, סיבים פלסטיים.
- 4.6 מחברי סיבים – מחברי PC/FC, SMA.
- 4.7 כלי עבודה של טכנאי תקשורת אופטית.
- 4.8 טכניקות של חיבור סיבים – סיב לסיב, סיב למחבר.

6 שעות

5. מקורות אור לא קוהרנטיים

- 5.1 מאפיינים של מקור אור – רציפות, הספק, תחום אורכי הגל, זווית הפליטה, שטח הפליטה, קוהרנטיות.
- 5.2 מקורות אור שונים באור נראה – עקרון פעולה וערכים אופייניים:
 - 5.2.1 נורת להט
 - 5.2.2 נורה פלואורסנטית
 - 5.2.3 נורת כספית
 - 5.2.4 דיודה פולטת אור (דפ"א)

10 שעות

6. הלייזר

- 6.1 מבנה ועקרון פעולה.
- 6.2 אלומה גאוסית.
 - 6.2.1 תכונות הלייזר – פילוג האלומה, תלותה המרחבית, מושג המותן, זווית הפתיחה, תחום ריילי.
 - 6.2.2 מעבר אלומה גאוסית דרך עדשה כדורית – תיאור מוכלל, מיקוד, מיקבול.
- 6.3 לייזרים לא דיודיים (דוגמאות).
 - 6.3.1 לייזר גאזי – הליום ניאון.
 - 6.3.2 לייזר מצב מוצק – לייזר ניאודימיום יאג.
- 6.4 דיודות לייזר.
 - 6.4.1 מבנה של דיודת לייזר פשוטה.
 - 6.4.2 מעגל הפעלה של דיודת לייזר.
 - 6.4.3 סקירה של מגוון דיודות הלייזר הקיימות.

8 שעות

7. גלאים

- 7.1 מאפיינים של גלאי – שטח חישה, NEP, זמן תגובה, תחום דינמי, תחום ספקטראלי.
- 7.2 רעש המופיע בעת גילוי.
- 7.3 פוטו-דיודה – מבנה ועקרון פעולה של גלאים המיוצרים מחומרים שונים (למשל, סיליקון, וגליום ארסניד).
 - 7.3.1 דיודת pin – מבנה ועקרון הפעולה של הגילוי.
 - 7.3.2 דיודת מפולת – מבנה ועקרון הפעולה של הגילוי.
- 7.4 פוטו טרנזיסטור ומעגל הגברה של אות מפוטו-דיודה.

10 שעות

8. תקשורת סיב-אופטית

8.1 ארכיטקטורת המערכת – מבנה של רשת תקשורת אופטית, חלקיה: ערוצים עורקיים, רשת עירונית ורשת הגישה.

8.2 ערוץ סיב-אופטי.

8.2.1 אפנון באורך גל יחיד (TDM).

8.2.2 אפנון מרובה אורכי גל (WDM).

8.3 רשת סיב-אופטית.

8.3.1 רשת ממותגת בחריצי זמן, SONET.

8.3.2 רשת עם ניתוב אורכי גל.

8.4 רשת גישה סיב-אופטית.

8.4.1 FTTx

8.4.2 PON

12 שעות

9. מערכות הדמיה אלקטרואופטית

9.1 העברת דמות באמצעות אגד סיבים אופטיים.

9.2 מערכת הדמיה אלקטרואופטית.

9.2.1 מבנה המערכת.

9.2.2 פונקציית התמסורת האופטית, MTF, והתגובה להלם מרחבי, ה-PSF.

9.2.3 חיישני הדמיה בצורת מערכי גלאים: מאפיינים (רזולוציה אופקית ואנכית, רגישות, תחום

ספקטראלי, קצב סריקה), CCD, CMOS: עקרון הפעולה, ערכים אופייניים.

9.3 מצלמה ספרתית.

9.4 מצלמת רשת.

9.5 עכבר אופטי מבוסס על דפ"א.

9.6 מערכת המבוססת על ספקטרום הקרינה של אובייקט חם לגילוי, הדמיה ומדידת טמפרטורות גבוהות מאוד (פירומטר).

10 שעות

10. מערכות מבוססות לייזר

10.1 מד-טווח לייזר.

10.2 קורא תקליטורים.

10.3 עכבר אופטי מבוסס לייזר.

10.4 ביו-חיישנים מבוססי התאבכות.

ספרות מומלצת

1. מבוא לאופטיקה קלאסית ומודרנית – כרך א, הוצאת מטח ובית-הספר לטכנולוגיה של האוניברסיטה הפתוחה, 1997
2. מבוא לאופטיקה קלאסית ומודרנית – כרך ב, הוצאת מטח ובית-הספר לטכנולוגיה של האוניברסיטה הפתוחה, 1997
3. לייזרים – עקרונות ושימושים, הוצאת מטח ובית-הספר לטכנולוגיה של האוניברסיטה הפתוחה, 1992
4. מבוא לתקשורת חזותית, הוצאת מטח והאוניברסיטה הפתוחה, 2006
5. מבוא לתקשורת חזותית – ניסויים ופרויקטים, הוצאת מטח והאוניברסיטה הפתוחה 2006
6. *Understanding Optical Communications*, IBM Red Book