GuyAI
מבית GOOL בגרויות

סוג הבחינה: בחינת גמר ממלכתית
מועד הבחינה: אביב 2026 מועד ב'
סמל השאלון: 97164
שם התלמיד/ה: _____

מערכות הספק ומתקני חשמל לטכנאים

הנדסת חשמל · טכנאים

הוראות

א. משך הבחינה: ארבע שעות.

ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: יש לענות על ארבע שאלות מתוך השאלות 1-6. ערך כל שאלה – 25 נקודות. בסך הכול: 100 נקודות. ענו על ארבע מבין השאלות 1-6, ערך כל שאלה 25 נקודות.

ג. חומר עזר מותר בשימוש: 1. מחשבון (אין להשתמש במחשב כף יד או במחשבון עם תקשורת חיצונית). 2. מהדורה אחרונה של חוק ותקנות בנושא חשמל בהוצאת המוסד לבטיחות ולגיהות. 3. דפי נוסחאות יצורפו לשאלון הבחינה. אין להעביר חומר עזר, ספרים ומחשבונים בין הנבחנים.

ד. הוראות מיוחדות: 1. יש לקרוא בעיון את ההנחיות בדף השער ואת כל שאלות הבחינה, ולוודא שהן מובנות. 2. יש להשאיר את העמוד הראשון במחברת הבחינה ריק. בסיום המבחן יש לרשום בעמוד זה את מספרי התשובות לבדיקה. התשובות ייבדקו לפי סדר כתיבתן בעמוד זה. לא ייבדקו תשובות עודפות. 3. יש לכתוב את התשובות בעט בלבד, בכתב יד ברור. 4. יש להתחיל כל תשובה בעמוד חדש ולציין את מספר השאלה ואת הסעיף. אין צורך להעתיק את השאלה עצמה. 5. טיוטה יש לכתוב במחברת הבחינה בלבד. יש לרשום את המילה "טיוטה" בראש העמוד ולהעביר עליו קו כדי שלא ייבדק. 6. אין לאחד סעיפים! לכל סעיף שבשאלה יש לתת תשובה נפרדת. 7. תשובה מלאה לסעיף של שאלה הכרוך בחישובים היא תשובה שבה מוצג הביטוי המתמטי שלפיו נעשה החישוב, הערכים מוצבים בביטוי, ותוצאת החישוב מוצגת באמצעות מספר ויחידות. 8. כל מספר המוצב בביטוי מתמטי חייב להיות תוצאה של חישוב קודם או נתון המופיע בגוף השאלה. 9. אין השימוש במחשבון פוטר מהצורך להציג את הצבת הערכים בביטוי המתמטי. 10. תשובה שאינה מנומקת או שאין דרך הפתרון מוצגת בה לא תזכה בניקוד כלל. 11. אם להערכתכם חסר נתון או יש נתון שגוי בשאלה, יש לציין זאת במפורש במחברת הבחינה, ולבחור ערך מתאים שיאפשר להמשיך בפתרון השאלה, חובה להסביר ולנמק את הבחירה. חל איסור מוחלט להוציא שאלון או מחברת בחינה מחדר הבחינה!

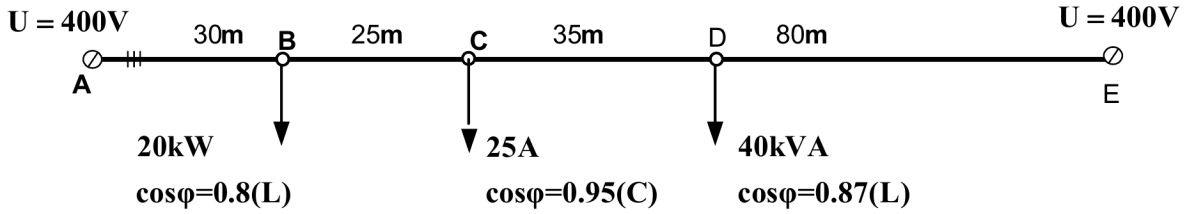
השאלות בשאלון זה מנוסחות בלשון רבים, אף על פי כן על כל תלמידה וכל תלמיד להשיב עליהן באופן אישי.

בהצלחה!

השאלות

1. נתונה רשת תלת מופעית המוזנת במתח נקוב של 400 וולט. ההיגב של מוליכי הרשת זניח. הרשת מוזנת משני מקורות במתחים שווים. ידוע שמוליכי הרשת מנחושת הם בעלי התנגדות סגולית של $\rho = \frac{1}{58}\ \frac{\Omega \mathrm{mm}^2}{\mathrm{m}}$.

שטח החתך במקטעים ABCDE הוא $16\ \mathrm{mm}^2$



א. חשבו את הזרם בכל אחד מקטעי הרשת. יש להציג את הערכים בביטוי מרוכב (פולארי או קרתזי).

(9 נקודות)

ב. קבעו את הנקודה בה המתח מזערי וחשבו את ערכו.

(9 נקודות)

ג. חשבו את איבודי ההספק ברשת.

(7 נקודות)

נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

2. באיור לשאלה מתואר לוח משנה להזנת מדחסים במפעל מזון, נתוני המנועים:

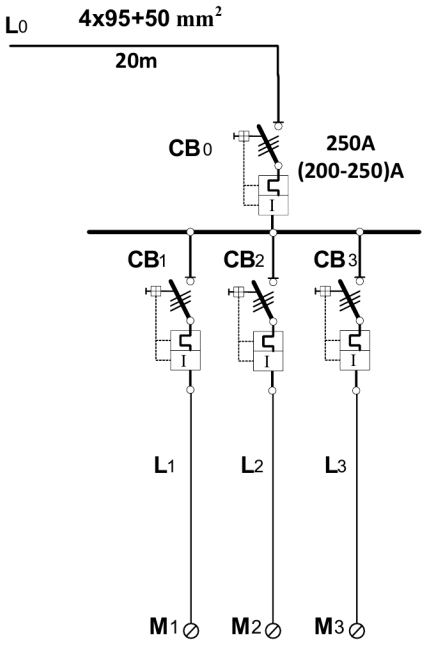
$$I_{START} = 6.5 \times I_n \quad beta = 84\% \quad \cos\varphi = 0.81 \quad U = 400\,\mathrm{V} \quad P = 32\,\mathrm{kW}$$

3 המעגלים הסופיים L_1 - L_3 בנויים מכבלים רב גידיים N2XY (מוליכי נחושת, בידוד $90^\circ\mathrm{C}$),
ומותקנים על מגש רשת בשכבה אחת בלא רווח ביניהם, טמפרטורה אופפת של הסביבה $50^\circ\mathrm{C}$.
הכבל L_0 מוגן מפגיעות זרם יתר וזרם קצר באמצעות מפסק מתכוונן שכוונן לזרם של $200\,\mathrm{A}$.
אופיין המפסק נתון באיור מס 2 לשאלה.

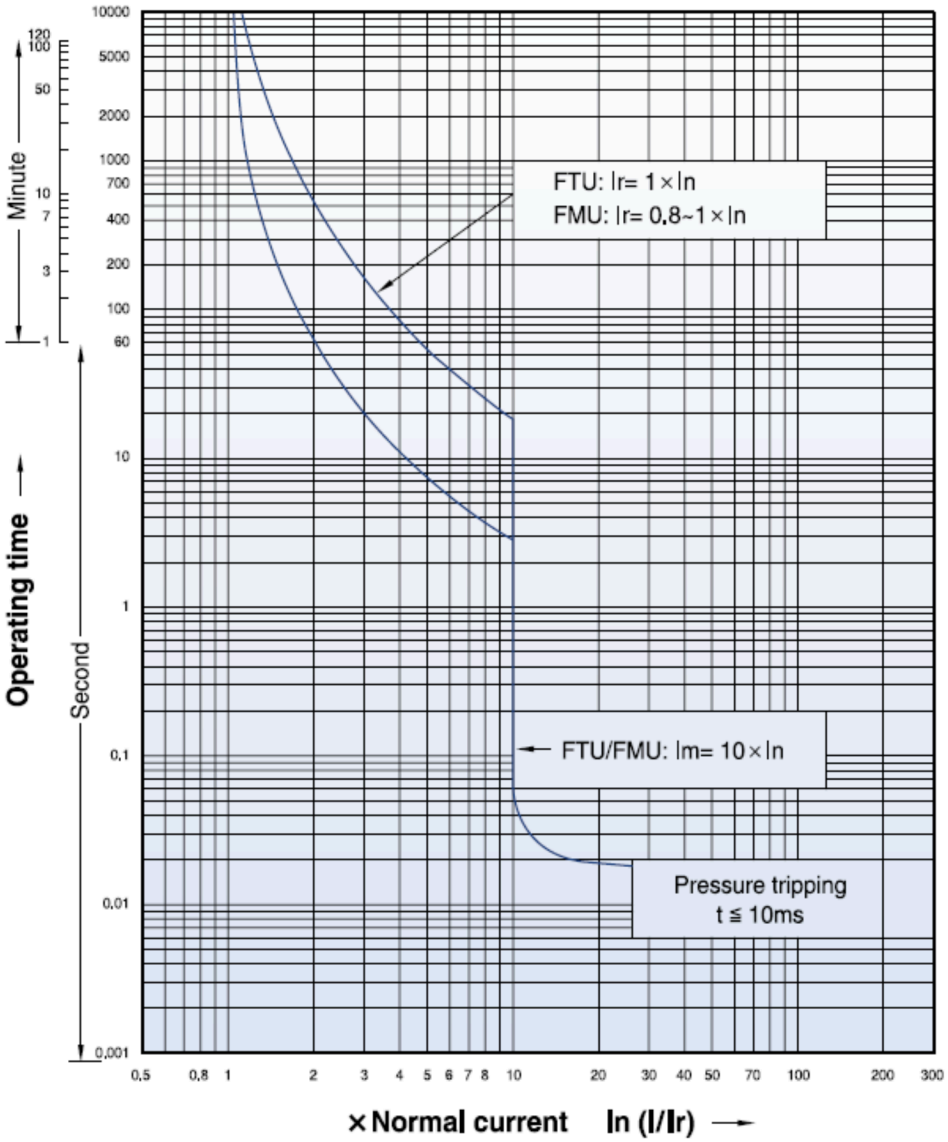
ערכים נקובים של מפסקים אוטומטים

25A; 32A; 40A; 50A; 63A; 80A; 100A; 125A; 160A; 200A; 250A; 400A

נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il



Circuit breakers with thermal-magnetic trip units



נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

א. חשבו את עוצמת זרם העבודה הממושך שיזרום בכבל L_3 - L_1 כאשר המנוע מועמס בעומס מלא וקבעו את ערך המבטח להגנת המנועים, בהתאם לדרישות חוק החשמל (סוג מבטח וגודל).

(7 נקודות)

ב. קבעו את שטח החתך של הכבלים L_3 - L_1 (יש להתחשב בתנאי טמפרטורה ותנאי התקנה).

(7 נקודות)

ג. נמדד זרם קצר בפס הצבירה השווה ל $2\,\text{kA}$, תוך כמה זמן ינתק המפסק CB_0 ?

העזר בגרף בהמשך השאלה.

(7 נקודות)

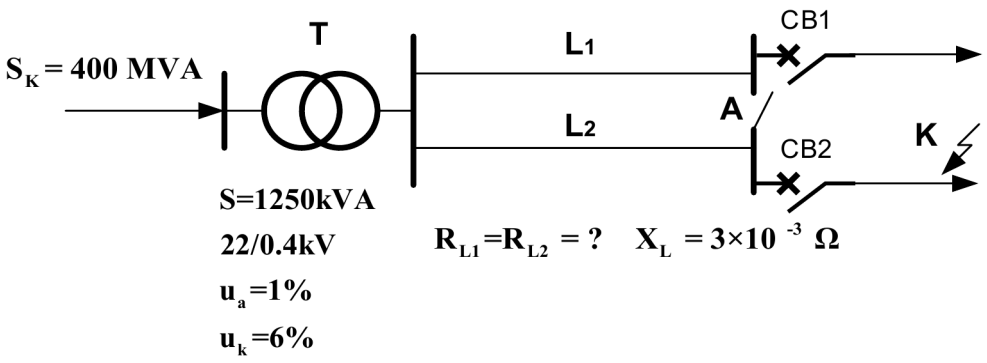
ד. יש להבטיח סלקטיביות בין המפסקים CB_0 למפסק CB_1 בלוח משנה. שרטטו שרטוט עקרוני של אופייני זמן זרם של המפסקים המקיימים דרישה זאת.

(4 נקודות)

3. באיור לשאלה נתונה רשת תלת מופעית $0.4\,\text{kV}/50\,\text{Hz}$ המוזנת ממקור מתח גבוה בעל הספק קצר $400\,\text{MVA}$, מפסק הזרם A פתוח (במצב מופסק). מתרחש קצר תלת מופעי מתכתי בנקודה K, מקדם ה"הלם" המרבי של זרם הקצר בנקודה K הוא 1.4.

נתוני השנאי והקווים (L_1 זהה ל L_2) רשומים באיור.

- מפסקים CB1 ו-CB2 סגורים



א. חשבו את ההתנגדות $R_{L1} = R_{L2}$ של הקווים L_1 ו- L_2

(10 נקודות)

ב. חשבו את זרם ההלם בנקודה K כאשר המפסק A סגור.

(10 נקודות)

ג. חשבו את זרם הקצר במפסק A בזמן קצר בנקודה K וקבעו את כושר הניתוק של המפסקים CB_2 , CB_1 , A

(5 נקודות)

נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

4. בבית מלאכה בעל מידות (במטרים) $45 \times 25 \times 6.5$ מותקנים 45 גופי תאורה ישירה, עם נורות לד.

נצילות אורית של גוף התאורה $122\ \mathrm{lm/W}$. רמת התאורה הנמדדת בשולחן העבודה $500\ \mathrm{lux}$.

גובה שולחן העבודה $85\ \mathrm{cm}$ וגובה תלית גופי התאורה $35\ \mathrm{cm}$. צבע קירות ותיקרה בהיר.

(מקדמי החזר של הקירות 30% ותיקרה 50%) מקדם ההפחתה 0.65 .

- טבלת מקדמי הנצילות מתייחסת לתאורה ישירה

סוג גוף התאורה	R_K	החזרה מהתקרה (%) ← / החזרה מהקירות (%) ←	75			50			30	
			50	30	10	50	30	10	30	10
א	0.6		39	34	31	38	34	31	34	31
	0.8		47	44	42	46	43	41	42	40
	1.0		51	48	47	50	47	46	47	45
	1.5		58	55	52	56	53	52	52	51
	2.0		61	59	57	60	58	58	57	55
	3.0		68	65	62	66	63	62	62	61
	5.0		71	69	67	69	67	65	66	64

א. שרטטו תרשים עקרוני של האולם, קבעו את מיקום גופי התאורה לקבלת פיזור אור אחיד בקירוב וציינו את המרחקים הנדרשים בין מרכזי גופי התאורה לבין גופי התאורה ובין גופי התאורה לקירות.

(5 נקודות)

ב. בהנחה שעקומת התפלגות האור של הנורה היא עיגול שלם חשבו את עוצמת האור של הנורה.

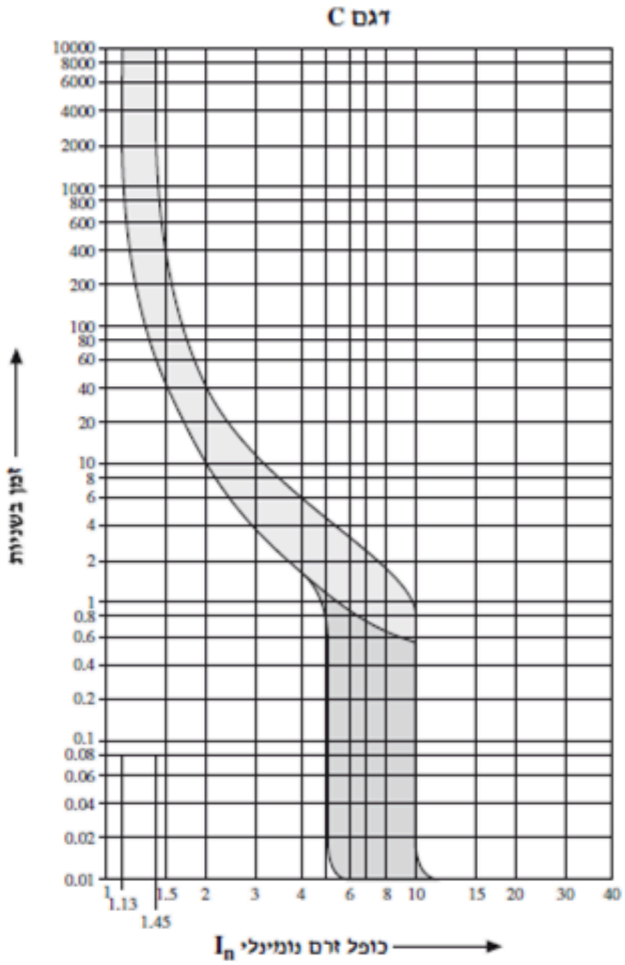
(10 נקודות)

ג. חשבו את ההספק הנצרך על ידי מתקן התאורה באולם, תכננו ושרטטו לוח תאורה לאולם (מבטח ראשי, מספר מעגלים, תכנון מעגל סופי), אם ידוע שמקדם ההספק של כל נורה שווה ל 0.96 , מתקן התאורה מוזן מרשת תלת מופעית, המעגלים הסופיים של התאורה חד מופעיים, המוליכים עשויים נחושת, שיטת התקנה 90.3.

הערה - הספק נורות לד לרשות האולם: $15\ \mathrm{W}$, $25\ \mathrm{W}$, $50\ \mathrm{W}$, $100\ \mathrm{W}$, $150\ \mathrm{W}$, $200\ \mathrm{W}$, $250\ \mathrm{W}$, $300\ \mathrm{W}$

(10 נקודות)

נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il



5.

א. שרטט תרשים עקרוני של **מסלול לולאת התקלה** בשיטת ה"**איפוס**" והגדר את כל המרכיבים בתרשים.

(10 נקודות)

ב. מה צבע בידוד המוליכים L1, L2, L3, N, PE, PEN?

(5 נקודות)

ג. לוח ביתי מוגן על-ידי מפסק חצי אוטומטי מסוג C בעל זרם נקוב $40\ A$. אופיין הניתוק של המפסק נתון באיור לשאלה. **חשבו את התנגדות המרבית המותרת** של מעגל התקלה כך שהמבטח יגיב כנדרש על פי החוק כאשר מתרחש קצר חד מופעי במתקן.

(10 נקודות)

6. כל סעיף 5 נקודות

נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

א. מתכנן נדרש לתכנן בניין מגורים הכולל 24 קומות, האם חובה עליו לתכנן ולהתקין גנרטור במתקן?

1. חובה להתקין גנרטור עבור מערכת הכיבוי אש בלבד.
2. חובה להתקין גנרטור בהתאם להנחיות כיבוי אש ובתנאי שמותקנת מערכת משאבות כיבוי אש (ספרינקלרים).
3. אין חובה להתקין גנרטור אלא אם המתכנן מתקין מערכות חירום.
4. בהתאם לתקנות החשמל חובה להתקין גנרטור בכל מקרה.

(5 נקודות)

נתון לוח חשמל $400\ V/50\ Hz$

בתמונה מתואר קבל אותו נדרש לחבר ללוח החשמל באמצעות מגען (קונטקטור).
נתוני הקבל הם אלו המופיעים בתמונה.



ב. מה ערכו של זרם העבודה המזערי הנדרש מהמגען המזין את סוללת הקבלים במקרה זה?

1. $50[A]$.
2. $25[A]$.
3. $32[A]$.
4. $40[A]$.

(5 נקודות)

ג. במפעל קיים הזמנה הגדלת חיבור מ-3X160A ל-3X250A. הגדלת החיבור נועדה על מנת לאפשר הזנה של מחסן חדש שהוקם בשטח המפעל. לוח החשמל של המחסן יוזן מהלוח הראשי הקיים במפעל.

חשמלאי שהכין את המתקן לבדיקה לצורך הגדלת החיבור, בדק את ערך התנגדות הבידוד בין מוליכי המעגלים לבין פס הארקה בלוח המחסן וקיבל תוצאה של $0.9\,\text{M}\Omega$.

האם תוצאת המדידה תואמת לדרישות בתקנות החשמל?

1. כן, המינימום הנדרש הוא ערך של $0.5\,\text{M}\Omega$
2. לא, המינימום הנדרש הוא ערך של $1.5\,\text{M}\Omega$
3. כן, המינימום הנדרש הוא ערך של $0.25\,\text{M}\Omega$
4. לא, המינימום הנדרש הוא ערך של $1\,\text{M}\Omega$

(5 נקודות)

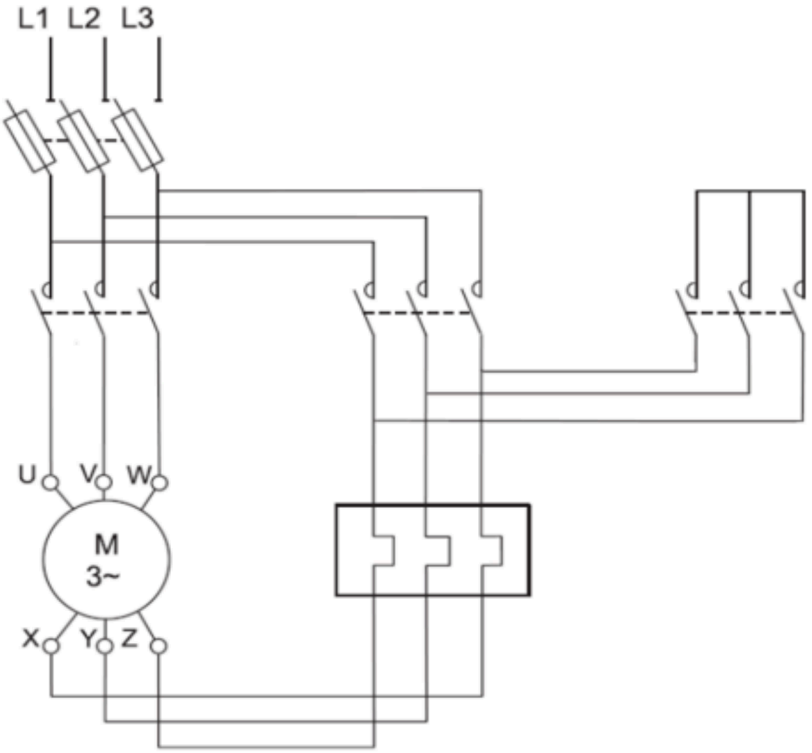
ד. איזו מהטענות הבאות אינה נכונה לגבי הארקת שיטה?

1. אסור להתקין הארקת שיטה כאשר הגנה בפני חישמול היא ע"י הפרד מגן.
2. במתקנים לזרם ישר מותר להשתמש בצנרת מתכתית לאספקת מים כאלקטרודה להארקת שיטה.
3. מטרת הארקת שיטה היא ייצוב מתח השיטה לאדמה.
4. משמשת כהגנה בפני עליית מתח במקרה של חדירת מתח ממקור שמחוץ לשיטה.

(5 נקודות)

בתמונה מתוארים שני שלבים בחיבור סטטור של מנוע אסינכרוני, כחלק מהתנעה באמצעות חיבור Δ/Y.

המנוע מיועד לעבוד בחיבור משולש בעבודה סדירה שבה המתח הוא: $U_L = 400[V]$.



ה. מהו גודל הזרם המתקבל בקו הזינה, בעת השימוש במתנע מסוג זה?

1. הזרם בשלב ההתנעה קטן פי $\sqrt{3}$ מאשר בהתנעה ישירה.
2. הזרם בשלב ההתנעה קטן פי 3 מאשר בהתנעה ישירה.
3. הזרם בשלב ההתנעה גדול פי $\sqrt{3}$ מאשר בהתנעה ישירה.
4. הזרם בשלב ההתנעה גדול פי 3 מאשר בהתנעה ישירה.

(5 נקודות)

כל מבחני מה"ט עם פתרונות מלאים: www.guyai.co.il/mahat

נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il