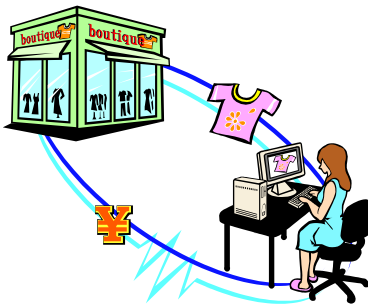


מגמת מערכות בקרה ואנרגיה

התמחות

מערכות הספק, פיקוד ובקרה



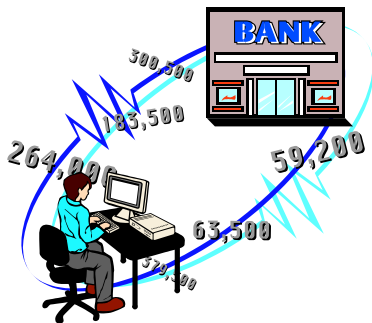
המקצוע:

בקרה ומערכות ממוחשבות

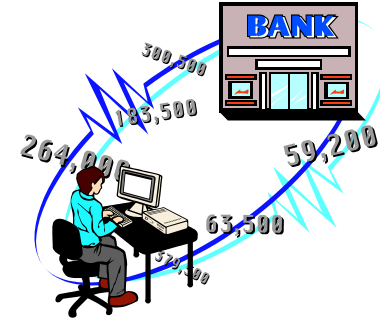
לימודים עיוניים

• נושאי לימוד:

1. מבוא לבקרה ממוחשבת.
2. שיטות בבקרה ממוחשבת.
3. מערכות ממשק



1-מבוא לבקרה ממוחשבת



• 1.1 בקרת תהליך, שליטה וניהול הספק במערכות חשמליות.

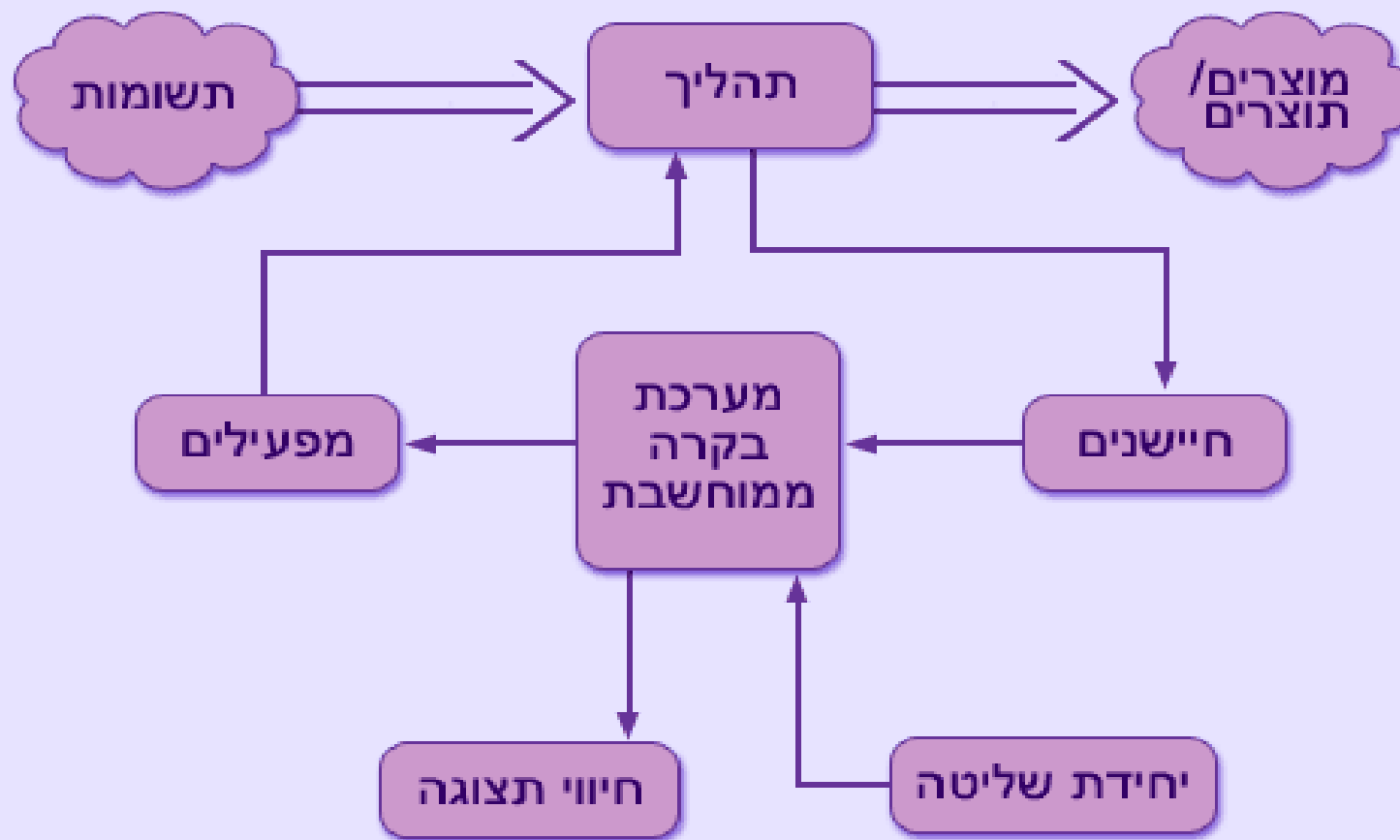
- **בקרת תהליכים: המונח** "בקרת תהליכים" מתייחס למגוון רחב של תחומים, והוא נוגע כמעט בכל היבט בחיינו – בטכנולוגיה, במדעים, בתחבורה, בחינוך, בכלכלה, בחקלאות, במערכות שלטון ועוד.

• בקרה

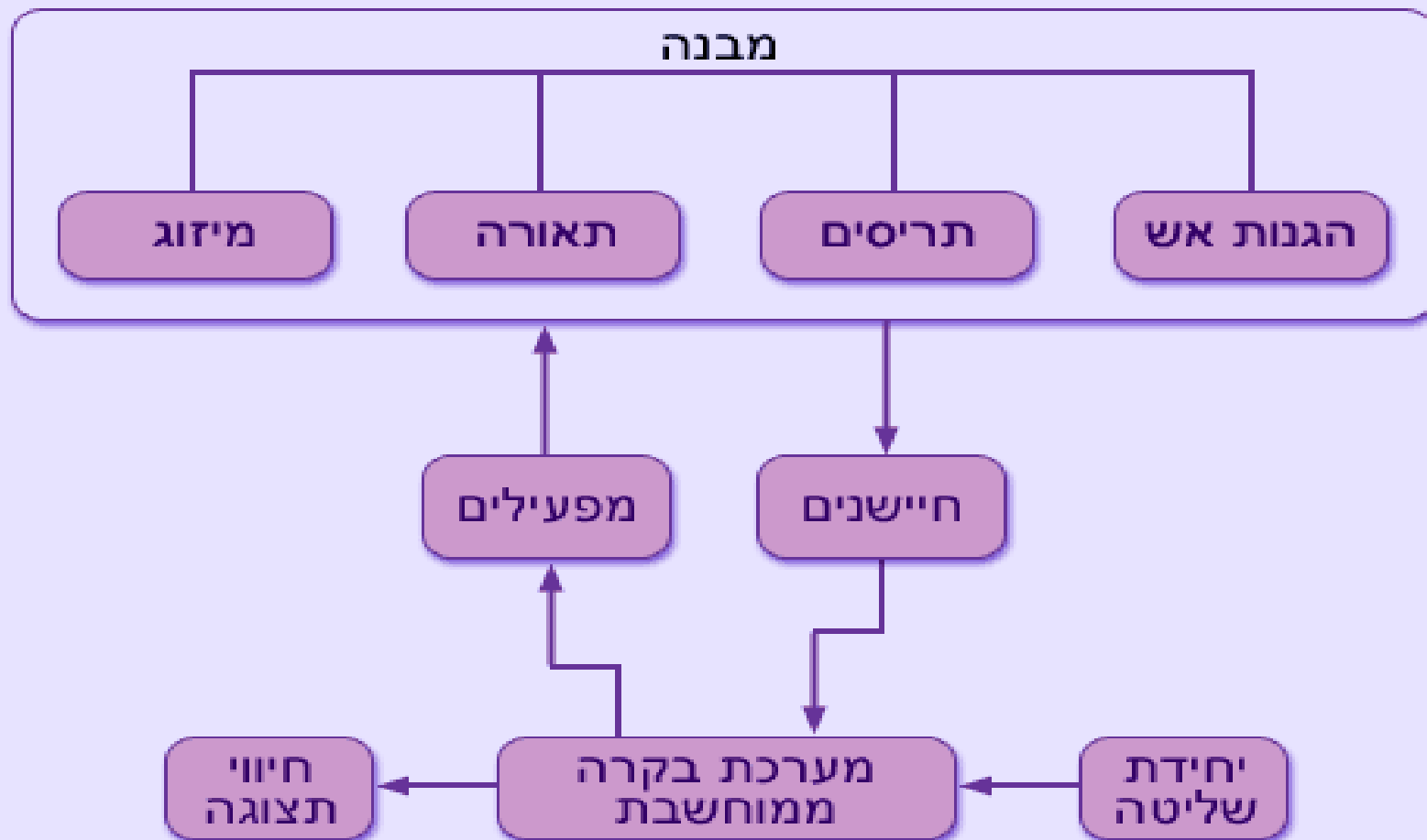
- במונח בקרה, הכוונה היא לתהליך הפיקוח, ההנחיה או השליטה על פעולתה של מערכת.
- כיון שבזמן פעולתה, המערכת מבצעת תהליכים שונים ולצורך ביצוע תהליכים אלה היא נזקקת לאנרגיה או חומר או גורם אנושי, ניתן להגדירה באופן הבא:
- **בקרה היא תהליך הפיקוח על פעולתה של מערכת באמצעות וויסות אנרגיה או חומר או גורם אחר הנחוץ לצורך קיום אותה פעולה.**

תיאור המבנה העקרוני של מערכת באמצעות דיאגרמת מלבנים

תאור עקרוני של בקרת תהליך



תאור עקרוני של מערכת שליטה ממוחשבת (בקרת מבנים)



1.3 אלגוריתמים תכנוני של בקרה במערכת השמלית.

תאור של תהליך מבוקר בדרכים שונות:

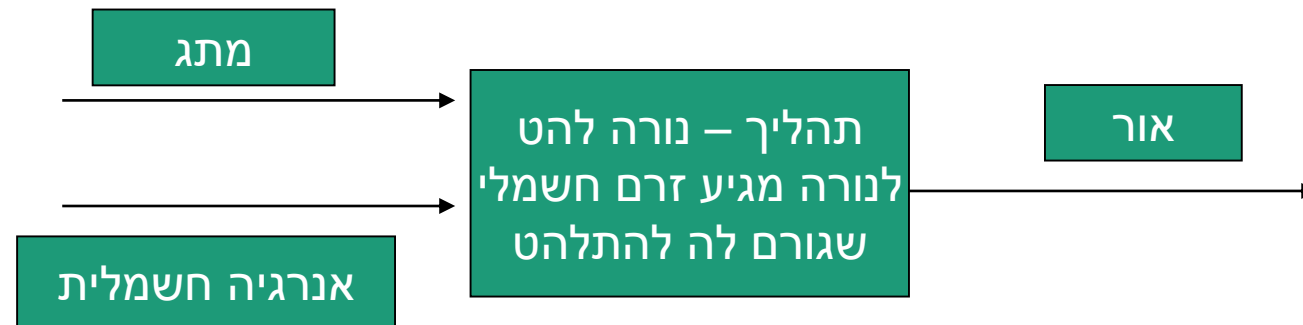
1. תאור מילולי –

• דוגמא 1

מערכת לבקרת אור בפנס היד .

מטרת המערכת לאפשר לאדם לשלוט על פעולת הנורה שבפנס. מערכת זו כוללת: גוף הפנס, סוללה (מקור אנרגיה), נורה חשמלית, רפלקטור, חיווט ומתג. פעולת הבקרה במערכת מתבצעת באופן הבא: כאשר האדם רוצה להאיר בעזרת הפנס, הוא מפעיל את המתג, על-ידי כך, האנרגיה החשמלית מגיעה אל הנורה. הנורה מופעלת ומקרינה בעזרת הרפלקטור, אור אל הסביבה. כאשר רוצים להפסיק את פעולת הנורה, משנים את מצבו של המתג, ומנתקים את הספקת האנרגיה אל הנורה. במקרה זה הבקרה על פעולת הפנס נעשית באמצעות פיקוח על הספקת אנרגיה.

• דוגמא – תרשים זרימה למערכת לבקרת אור




• דוגמא 2 – מערכת לבקרת טמפ' בתנור אפיה.

מטרת המערכת היא לשמור על הטמפ' בתנור באמצעות חיישן טמפ'.
תפקיד חיישן הטמפ' הוא לחוש את הטמפ' ולנתק או להפעיל את גוף
החימום.

ניתן באמצעות החישן לקבוע את הטמפ' הרצויה.
הפעלת התנור תתבצע באמצעות מתג חשמלי.

2. תאור גרפי -

תרשים (דיאגרמת) מלבנים

תרשים מלבנים הוא אמצעי לתיאור מערכת בקרה באופן גרפי (ציורי). 

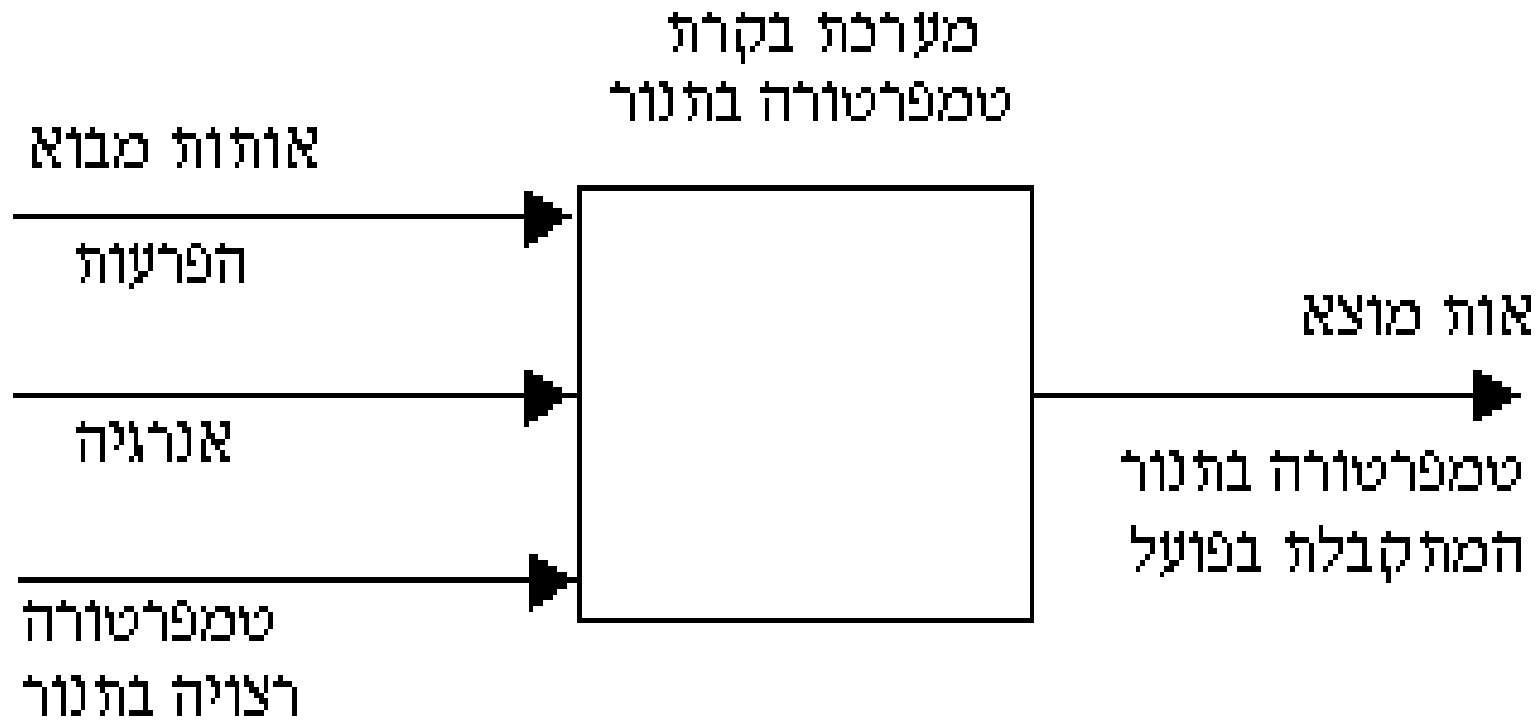
המרכיבים במערכת מתוארים על-ידי מלבנים כאשר מעל המלבן רשום שם המרכיב שאותו המלבן מייצג.

בתוך המלבן רושמים את התהליך (ההמרה או הפעולה) שהמרכיב מבצע.

בתרשים המלבנים קיימים אותות זרימה שונים המתארים מעבר של: מידע, אנרגיה או חומר בין מרכיבי המערכת, המתוארים באמצעות חצים.

בתרשים המלבנים, אל המלבן מגיע חץ הנקרא "אות מבוא" (קלט) וחץ היוצא מהמלבן הנקרא "אות מוצא" (פלט).

• דוגמא: מערכת בקרת טמפרטורה של
תנור אפיה. (תרשים זרימה)



1.4 עקרונות בקרה בחוג פתוח ובקרה בחוג סגור

רקע עיוני

-  מקובל לחלק את מערכות הבקרה לשני סוגים:
- 1. מערכת בקרה בחוג פתוח.
- 2. מערכת בקרה בחוג סגור (עם משוב).

• משתנה מבוקר

- ראינו כבר שתפקידה של הבקרה לפקח ולגרום לכך שפעולת "המערכת" תשיג את התוצאה הרצויה. כדי להשיג מטרה זו יש להגדיר בצורה ברורה מהו תפקידה של המערכת ומהי התוצאה הרצויה מפעולתה.
- לגודל או לתפוקת המערכת הנשלטים על-ידי מערכת הבקרה קוראים "המשתנה המבוקר".
- כדי להגדיר את ה"המשתנה המבוקר" של מערכת נתונה, יש לשאול את השאלה: על מי? או על מה? המערכת מבקרת.

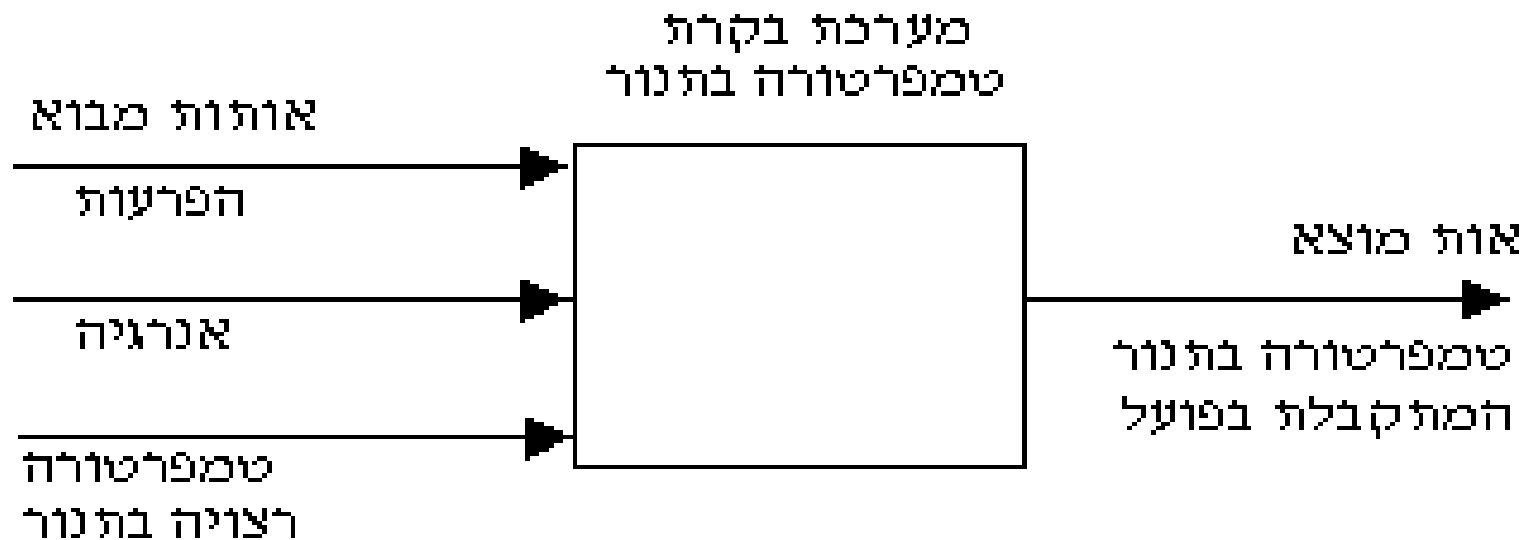
• הפרעות למשתנה המבוקר

- כל מערכת מתוכננת לפעול בתנאי סביבה מסויימים. כדי להשיג את התוצאה הרצויה.
- שינויים בתנאי הסביבה עלולים להשפיע על התהליך ולגרום לסטייה של המשתנה המבוקר מהערך הרצוי.
- התרחשות הגורמת לפעולה לא סדירה בתהליך ומשפיעה על תיפקוד המערכת מכונה "הפרעה".

דוגמא

מערכת בקרת טמפרטורה של תנור אפיה.

המשתנה המבוקר: הטמפרטורה בתנור האפיה.
הפרעות: פתיחה של דלת התנור, הכנסת דברי מאפה או תבשילים קרים לתנור.



• “מערכת בקרה בחוג פתוח”

- זאת מערכת בקרה עם כיוון ראשוני בלבד להשגת היעד. המשתנה המבוקר מושפע במהלך פעולת המערכת מגורמים חיצוניים, אם במהלך התהליך יהיו הפרעות אשר יגרמו לסטיות מהערך הרצוי, מערכת הבקרה לא תוכל לתקן אותן.



1. מערכת תאורה בחדר.

• המשתנה המבוקר : עוצמת האור בחדר.

• הפרעות אפשריות : תנאי הסביבה משתנים כגון : יום, לילה, עננים.

2. מערכת רמזורים (רגילה).

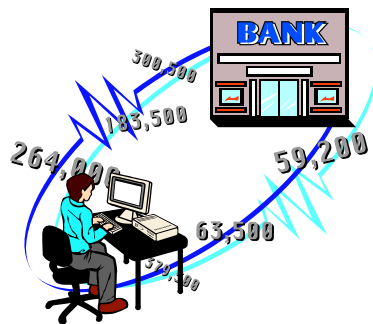
• המשתנה המבוקר : עומס התנועה בנתיבים השונים בצומת.

• הפרעות אפשריות : כמות כלי רכב בלתי צפויה בנתיב מסויים.

• ”מערכת בקרה בחוג סגור”

• בניגוד לזו שבחוג פתוח, מערכת בקרה בחוג סגור מסוגלת לשמור על הערך הרצוי של המשתנה המבוקר גם לאחר סטיות הנגרמות למערכת על-ידי השפעות חיצוניות (הפרעות).

• השיטה הנפוצה ביותר להשגת מטרה זו, מתבססת על מדידה מתמדת של המשתנה המבוקר, ותיקון מהיר ככל האפשר של הסטיות, תוך כדי פעולת המערכת.



• ל- "מערכת בקרה בחוג סגור" שלושה מאפיינים:

1. **מדידה-** של המשתנה המבוקר.
2. **השוואה-** בין הערך הנמדד של המשתנה המבוקר לבין הערך הרצוי של המשתנה המבוקר ומציאת ההפרש ביניהם (השגיאה או הסטייה).
3. **תיקון-** המתבצע בתהליך המרכזי של המערכת בהתאם לערך השגיאה, במטרה לבטלה או לצמצם את השגיאה ככל האפשר.

• סימנים מוסכמים בתרשים מלבנים

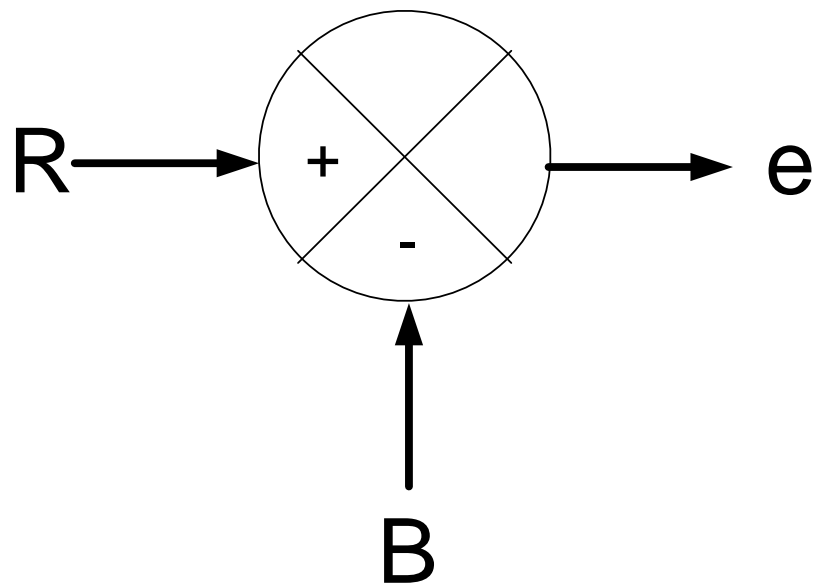
- מלבן מסמן מרכיב או תהליך במערכת.

- אותות (קווי) זרימה המגיעים אל המלבן (קלט) או יוצאים ממנו (פלט), כאשר כיוון החץ מתאר את כיוון הזרימה.

- נקודת פיצול של אות הזרימה.

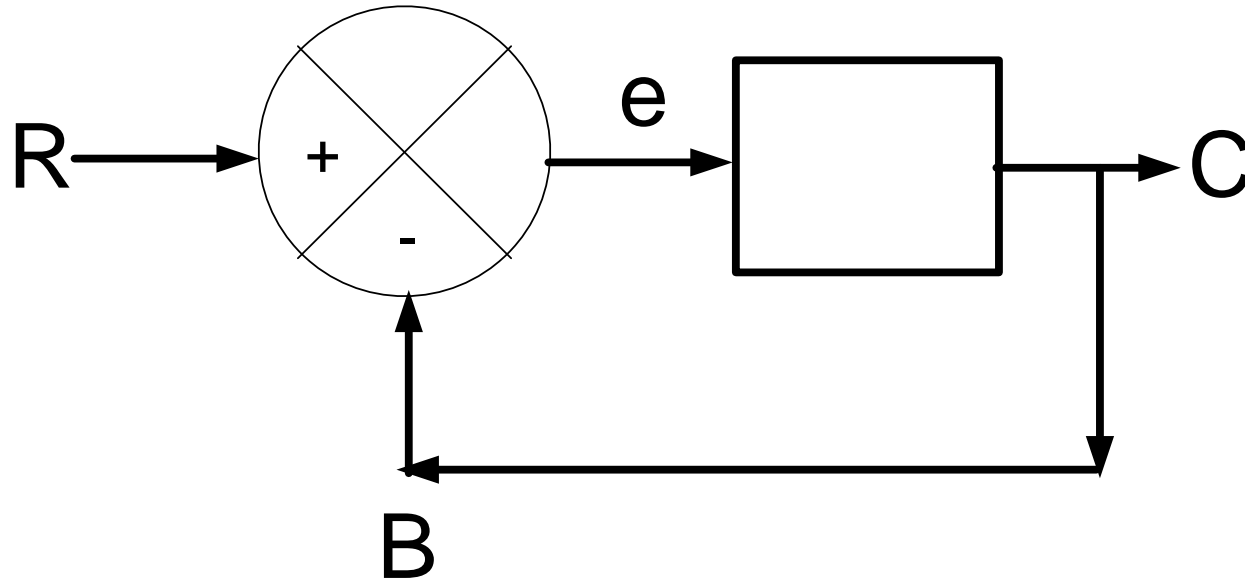
• יחידת השוואה

- מבצעת השוואה של אותות הכניסה בהתאם לסימון.
- באיור, קיימים שני אותות כניסה (r, b) , ואות יציאה אחד (e) . במקרה המתואר, $e=r-b$.



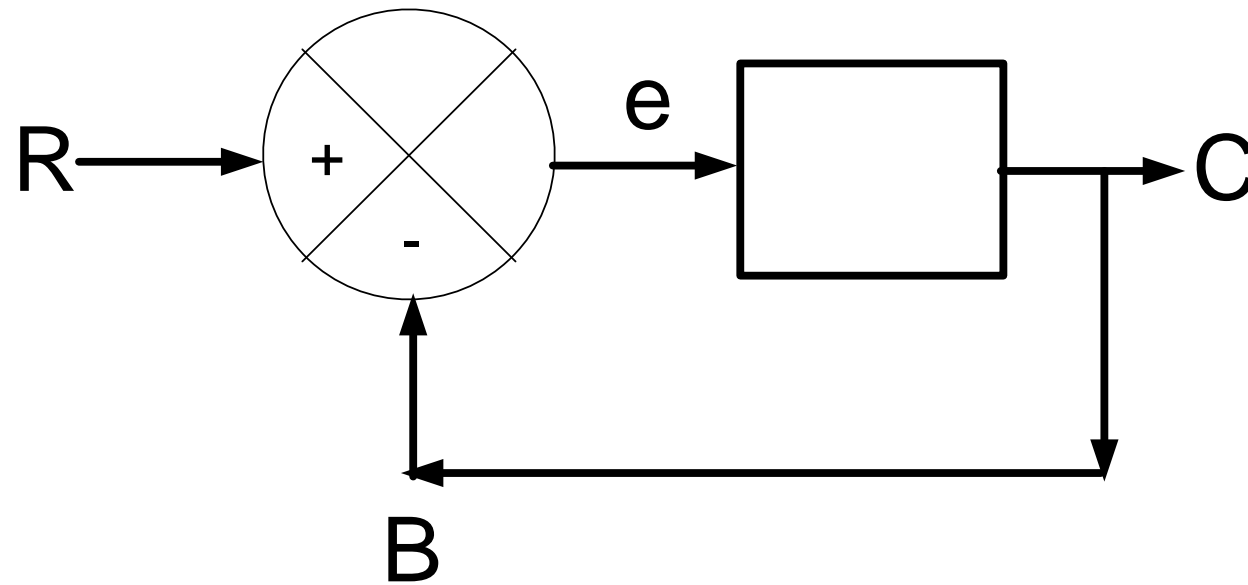
סימון של אותות הזרימה בתרשים המלבנים

- **r - ערך רצוי** של המשתנה הפיסיקלי המבוקר, זהו הקלט של מערכת הבקרה. למשל עוצמת האור הרצויה בחדר.
- **c - ערך מצוי** של המשתנה הפיסיקלי המבוקר, זהו הפלט של מערכת הבקרה. בפעילויות הקודמות זהו עוצמת האור הקיימת בפועל.

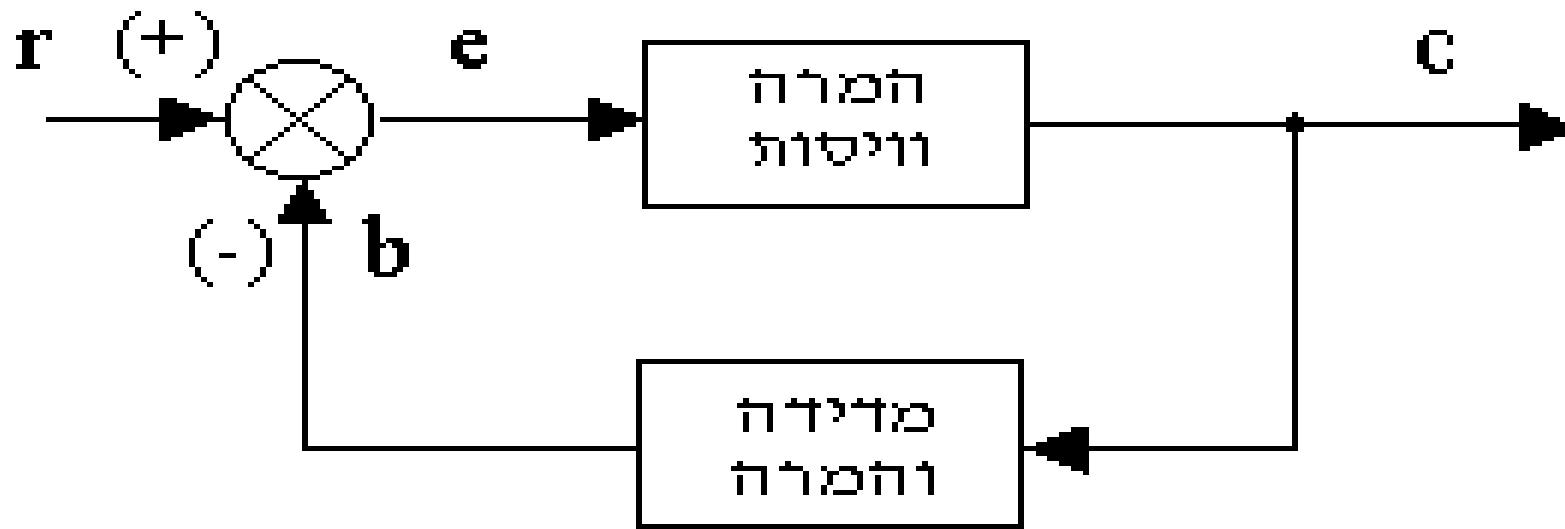


• b- **אות המשוב**, מבטא את ערך המשתנה הפיסיקלי באותו אופן כמו הערך הרצוי. הערך המצוי נמדד על-ידי החיישן, שם הוא מומר לאות המשוב. חיישן אור למשל ממיר את עוצמת האור לאנרגיה חשמלית.

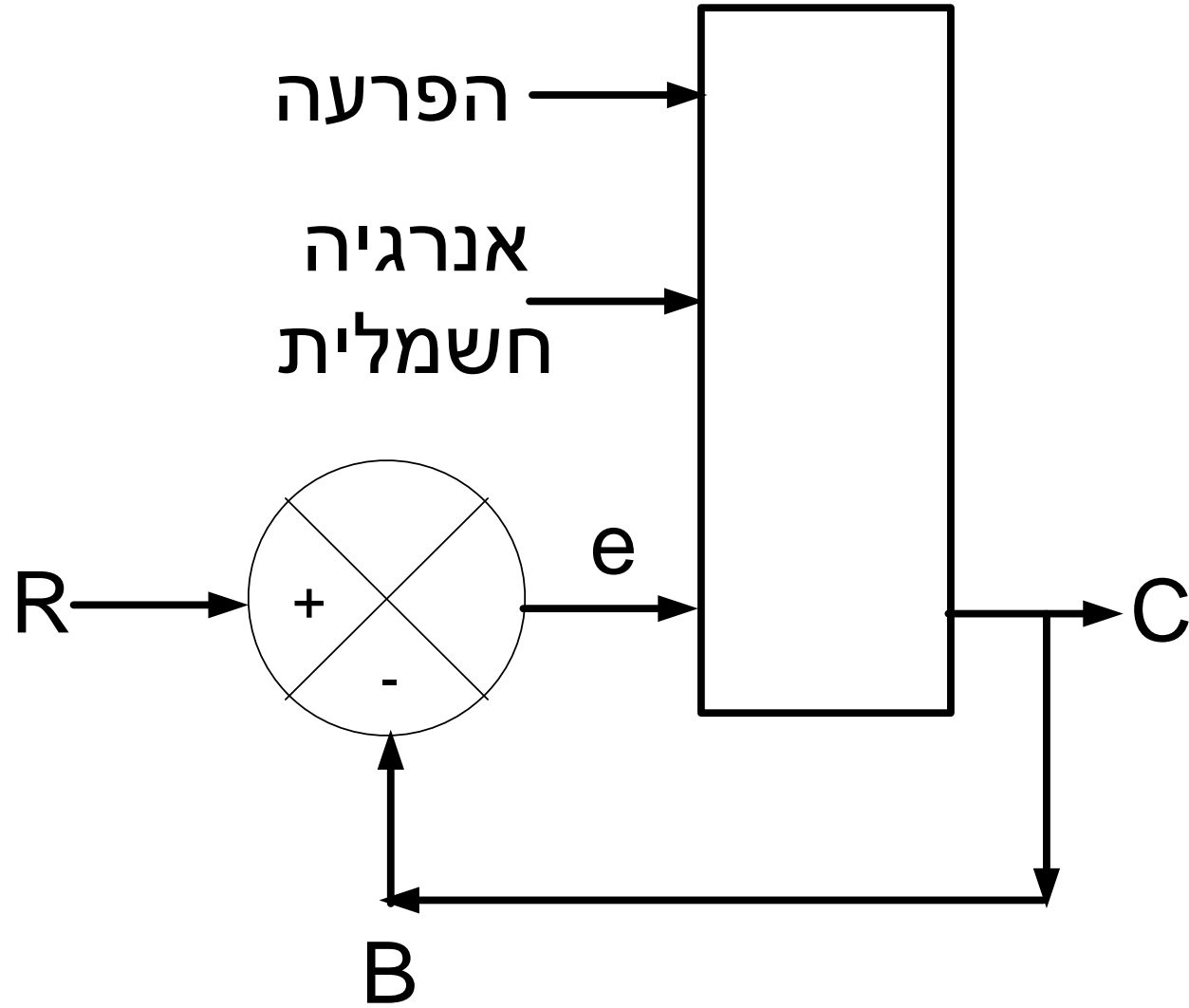
• e- **אות השגיאה**, מבטא את השוני (או ההפרש) בין הערך הרצוי (r) לבין ערך משוב (b).



• לפניך תרשים מלבנים המתאר מערכת בקרה בחוג סגור.



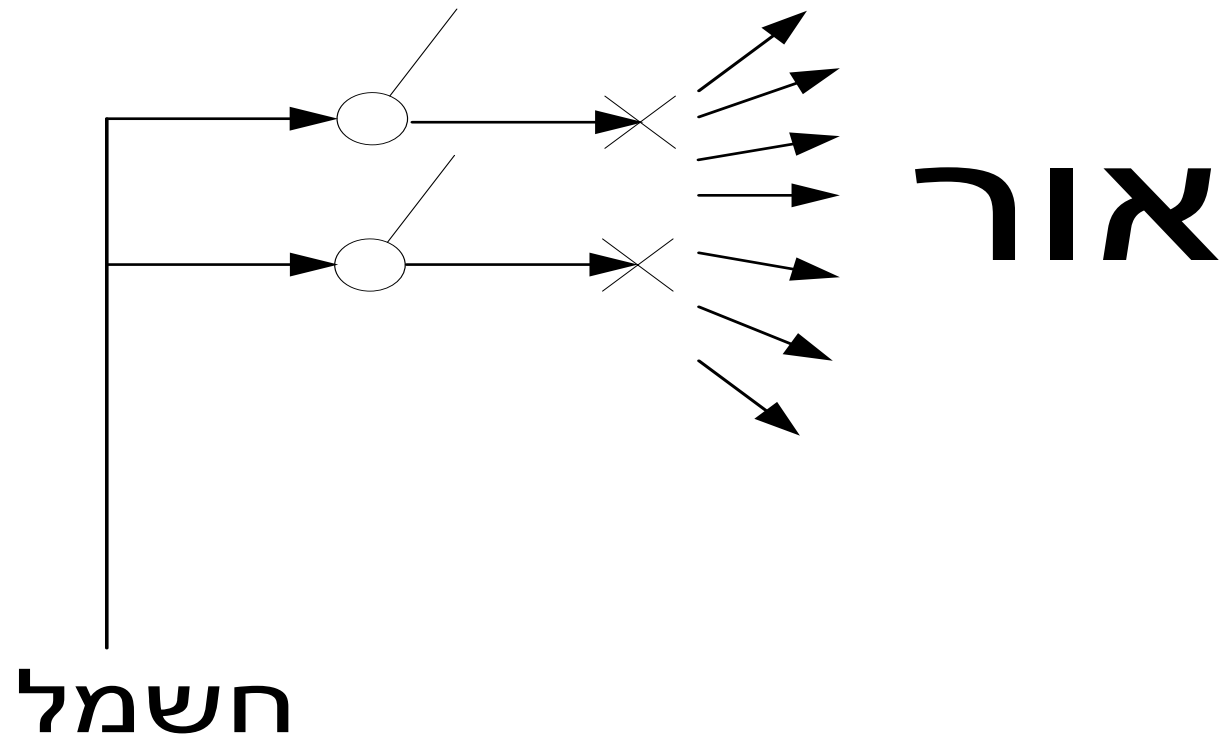
- תרשים המלבנים אינו כולל את הספקת האנרגיה המגיעה אל מערכת הבקרה, או הפרעות מהסביבה. כאשר רוצים לציין בתרשים המלבנים גם את ההפרעות וגם את הספקת האנרגיה, ניתן לתאר זאת בדרך הבאה:



• המשך -

1.5 ניהול בקרה (סוגי בקרה)

- בקרה דו-דרגתית (on-off) (בקרה בדידה)
- (בדומה למערכת תאורה רגילה בחדר).



• ויסות רציף - "בקרה רציפה"

•  הבקרה או הפיקוח על מערכת מתבצע על-ידי שליטה על חומר או אנרגיה שהמערכת

• צריכה לצורך ביצוע התהליך.

• מערכת בקרה בעלת וויסות רציף מאפשרת לשלוט על קצב הספקת חומר או אנרגיה בכל ערך רצוי בתחום פעולה מסוים. תחום הפעולה מוגדר בין ערך מינימום לבין ערך מכסימום, וביניהם אין סוף מצבי ביניים. לדוגמה:

• × ברז להזרמת מים, המשתמש יכול בעזרתו לקבוע עוצמות שונות של זרימת מים.

• × מערכת בקרת מהירות של מכונית, הנהג יכול לבחור כל מהירות נסיעה בין מצב חניה לבין המהירות המכסימלית בהתאם לרצונו.

דוגמא – עמעם אור

- העמעם משמש כמנגנון אשר בעזרתו ניתן לווסת ולשלוט על אות המבוא של הנורה.
- על ידי סיבוב הזחלן ניתן לשנות את עוצמת האות החשמלי במוצא העמעם, כלומר עוצמת אות המוצא יחסית למצבו של הזחלן.
- לזחלן שני מצבים קיצוניים, בצידו האחד העוצמה אפס, אין יציאת אנרגיה, ובצידו השני עוצמה מכסימאלית. בין שני המצבים הקיצוניים, **ניתן לקבל בעזרת הזחלן אין סוף מצבי ביניים.**

- תרשים מלבני של העמעם: מערכת בקרת תאורה בעלת ויסות רציף.

- הבקרה על עוצמת התאורה בחדר נעשה על ידי אות הפעלה, שנקבע בעזרת הזחלן. כאשר אות המוצא של העמעם שווה לאפס. אות זה הוא גם אות המבוא לנורה. לכן אות המוצא של הנורה (אנרגיית אור) שווה לאפס – במצב זה מערכת התאורה אינה פועלת. עוצמת התאורה בחדר ניתנת לשליטה על ידי הזחלן, ככל שמיקום הזחלן קרוב לסימון 100%, עוצמת האנרגיה החשמלית המסופקת לנורה גדלה, וכמובן שעוצמת התאורה בחדר גדלה.



1.6 שליטה על מערכת הבקרה

- 1. מערכת בעלת שליטה חיצונית –

מתבססת על מדידה מתמדת של המשתנה המבוקר, ותיקון מהיר ככל האפשר של הסטיות, תוך כדי פעולת המערכת.

ניתן לקבוע את טמפי החדר, מהירות סיבוב המאוורר, בחירת מצב מזגן (חימום או קירור) באמצעות שלט .


• 2. מערכת ללא שליטה חיצונית –

לדוגמא – תנור חימום ביתי.

מערכת זו לא ניתנת לשליטה היות ולא ניתן לקבוע את טמפ' החדר הרצויה ולכן לא ניתן לשלוט על התנור.

1.7 . סוגי וויסותים במערכות בקרה

"וויסות רב-דרגתי"

-  הבקרה או הפיקוח על מערכת מתבצע (בדרך כלל), על-ידי שליטה על חומר או אנרגיה, הדרושים למערכת לצורך ביצוע פעולתה.
- "וויסות רב-דרגתי", מאפשר שליטה על פעולת מערכת שנקבעו לה מספר דרגות מוגדרות של עוצמת פעולה, כגון:
- × ידית להזרמת המים ממיכל האסלה בשרותים (ה"ניאגרה"), עם אפשרות לרוקן חצי מיכל או את כל המיכל.
- × ברז בקרה לעוצמת הלהבה בכיריים, בעל שלושה מצבים מוגדרים: ללא להבה, להבה חלשה ולהבה חזקה.
- × מתג סיבובי להפעלת מאוורר עם מספר מצבים מוגדרים, כאשר בכל מצב מקבלים מהירות סיבוב שונה.

ויסות רציף - "בקרה רציפה"

- הבקרה או הפיקוח על מערכת מתבצע על-ידי שליטה על חומר או אנרגיה שהמערכת צריכה לצורך ביצוע התהליך.

- מערכת בקרה בעלת וויסות רציף מאפשרת לשלוט על קצב הספקת חומר או אנרגיה בכל ערך רצוי בתחום פעולה מסוים. תחום הפעולה מוגדר בין ערך מינימום לבין ערך מכסימום, וביניהם אין סוף מצבי ביניים. לדוגמה:

× ברז להזרמת מים, המשתמש יכול בעזרתו לקבוע עוצמות שונות של זרימת מים.

× מערכת בקרת מהירות של מכונית, הנהג יכול לבחור כל מהירות נסיעה בין מצב

חניה לבין המהירות המכסימלית בהתאם לרצונו.

1.8 חישנים תעשייתיים ואיפיונם

• **חיישן** – מנגנון המסוגל לחוש גורם פיסי כלשהו (אור, לחות, משקל, ...) ולהפיק את המוסר מידע אודות אותו גורם.

• דוגמאות- חיישן טמפרטורה

• חיישן מפלס

• חיישן אור

• חיישן מגע

• חיישן קירבה

• חיישן אופטי

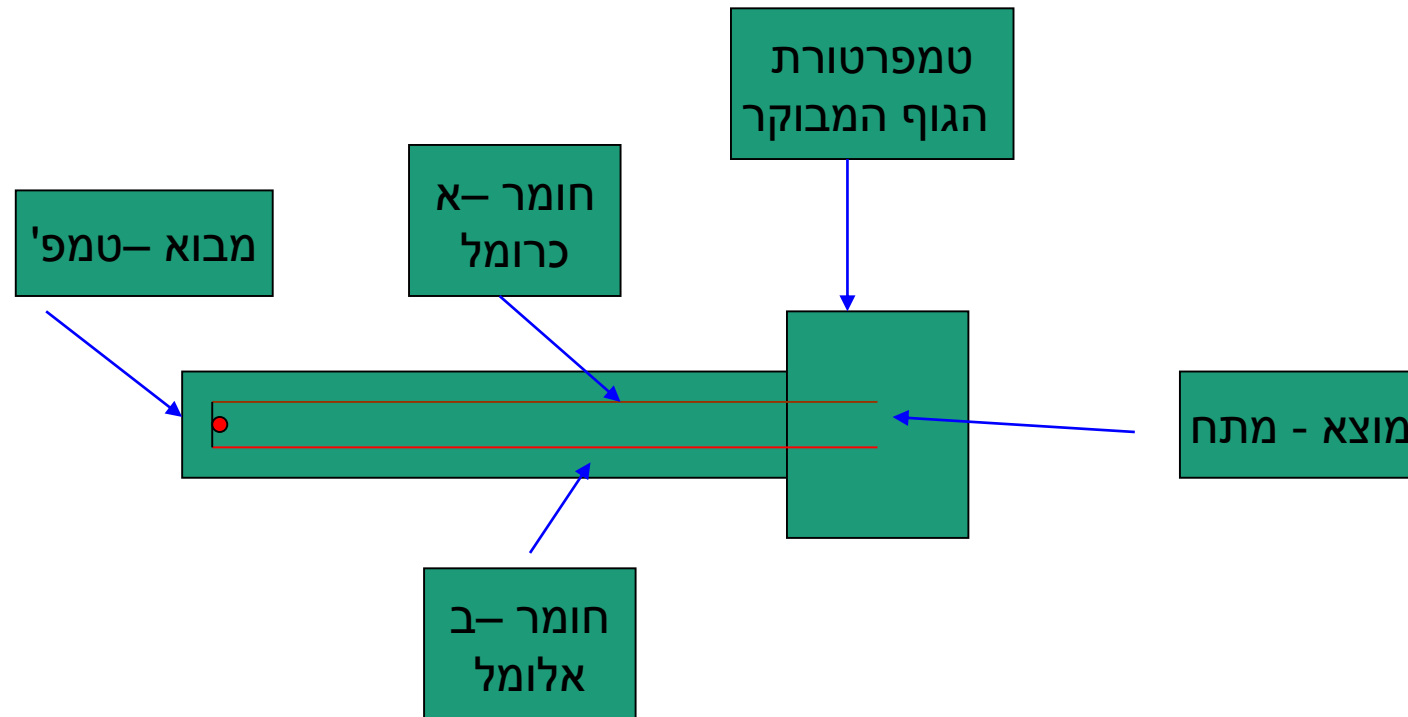
• חיישן טמפ' – דוגמאות

1. טרמוסטט – רכיב המורכב מדו-מתכת שחש את הטמפ' ומשנה את צורתו. שינוי הצורה גורמת לניתוק מקור המתח .

דו מתכת – בנוי משתי מתכות שונות הדבוקות אחת לשניה. כאשר מחממים את המתכות שניהם מתארכות , מתכת אחת יותר מהשנייה. השוני בהתארכות גורם לדו מתכת להתכופף ולנתק מגע חשמלי.

- **2. צמד טרמי (טרמוקפל)-** השיטה של צמד טרמי מבוססת על תכונה פיסיקלית שבמתכות מסוימות בנקודת החיבור שלהם נוצר מתח שתלוי בטמפרטורה. שיטה זו מקובלת בעיקר בתנורים אך כיום היא נכנסת יותר ויותר לשימוש בתחומים שונים של מדידת הטמפרטורה. זו שיטה מאוד נוחה וזולה יחסית אף שדרוש מתאם מיוחד. ניתן להשתמש במוליכים עצמם או לחברם לאביזרים שניתן להצמידם למקום הרצוי. לדוגמא- מדחום רפואי (דיגיטלי).

• טרמוקפל -



Type K Washer
Thermocouple +350°



Thermocouple, Industrial
Mineral Insulated
Probes, Type K



Non Contact
Temperature Sensor



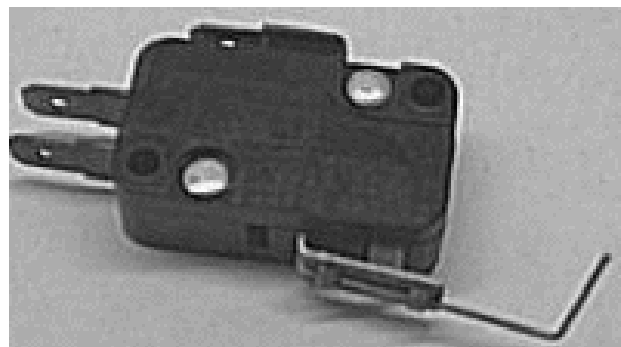
Thermostats, Bi-Metallic



Temperature Sensor IC
590KH



- 4. חיישן מגע – בודק באמצעות מגע פיזי (לחץ מכני) קיום גוף נבדק. הופך לחץ מכני למגע חשמלי – מצב ON או מצב OFF .



• 5. סוגי חיישני קירבה:

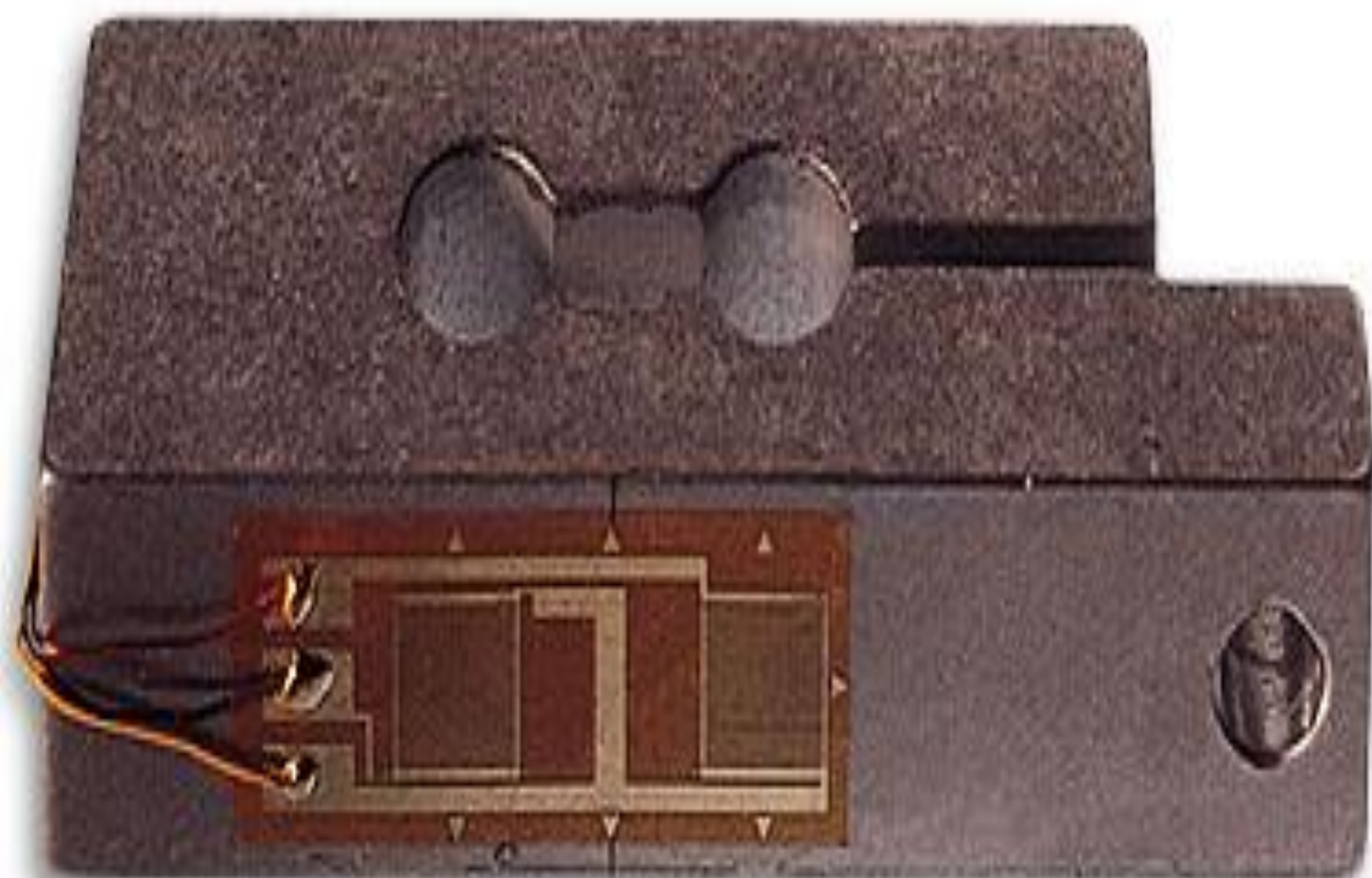
1. חיישן קירבה קיבולי והשראתי- החיישן ממיר קיום שדה השראתי, קיבולי למגע חשמלי. יתרונות החיישן שאינו צריך לבוא במגע פיזי עם החפץ שאותו מזהה ולכן לא נהרס בקלות (אין בו חלק מכני).



- **2. חיישן קירבה אופטי** – החיישן מורכב ממשדר ומקלט אופטי. המשדר האופטי משדר קרן אור לא ניראת אשר פוגעת בגוף וחוזרת אל המקלט. החזרת הקרן מוכיחה המצאות גוף או מכשול. אחד השימושים שלו הוא רובוט.

• 6. חיישני לחץ וכוח (stain gauges):

בנויים על עקרון שינויי התנגדות יחסית להתארכות בהשפעת כוח או לחץ עליהם. השינוי קטן ביותר אך הוא מוגבר דרך מעגלי הגברה אלקטרוניים להפעלת מתח ברמות שונות יחסי לכוח.



• **7. חיישנים אופטיים** – החיישן ממיר אור נפלט ע"י גופים למתח חשמלי.
שימושים רבים בתעשייה לחיישן כמו כיבוי אורות רחוב, בדיקת קרינה לא
נראת כמו אולטרא סגול ואינפרא אדום.

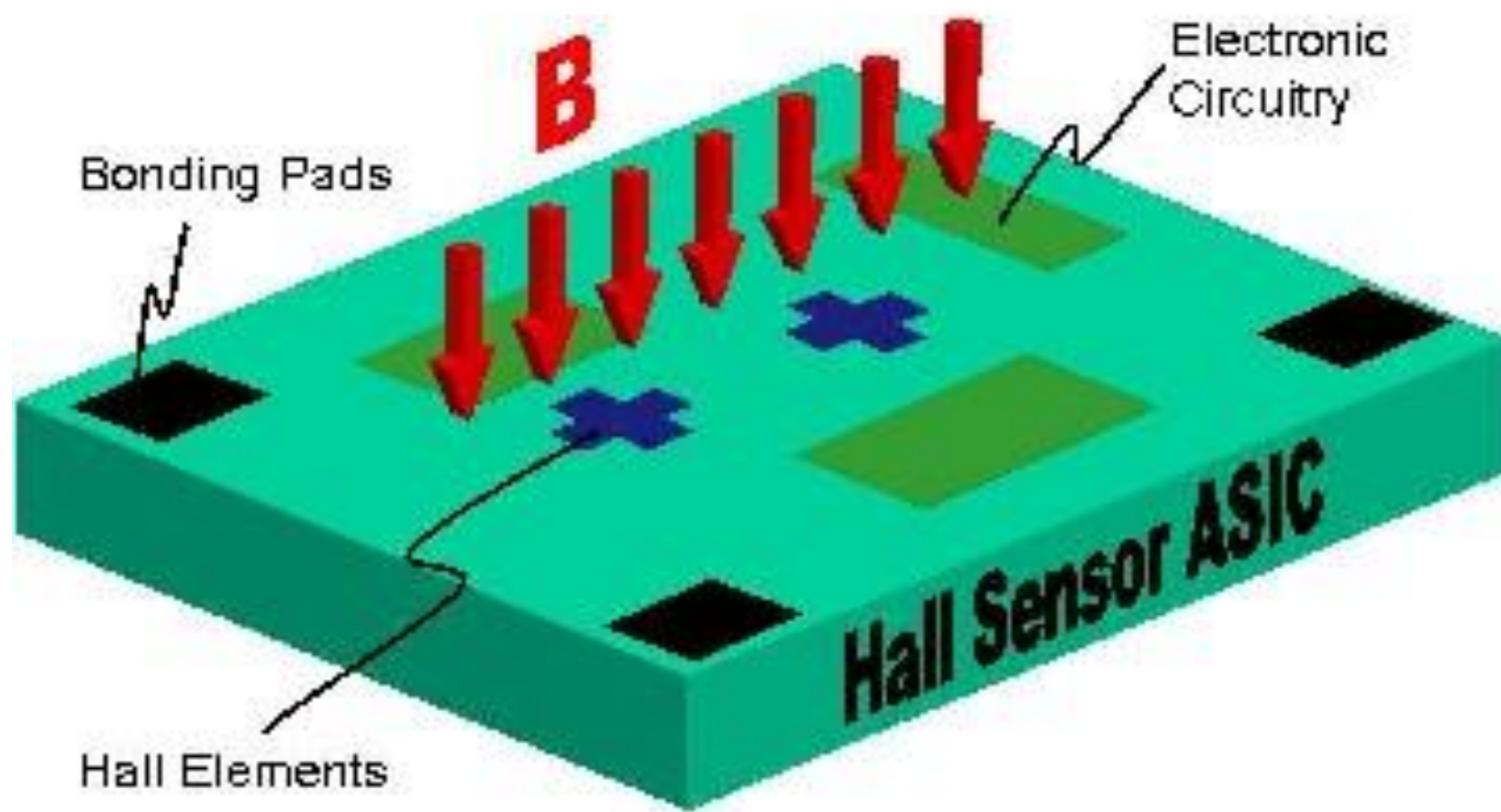
• חיישן אופטי למדידת מהירות סיבוב



• 8. חיישני ראייה – חיישנים אלה פועלים בסביבת מחשב המתרגם אותות אור וחושך של גלי TV לפיקסלים במסך של מחשב ובצורה זאת משווה עם תמונות בזיכרון.



• **9. חיישנים מגנטיים** – החיישנים פועלים בשני מישורים: האחד ניצול כוח המגנטי להפעלת מגע חשמלי והשני ניצול השדה המגנטי ליצירת שינוי מתח בנגדים. השימושים במקומות שיש צורך במפסקים חשמליים אך לא ניתן להשתמש בהם בגלל קילקול מבלאי מכני במפסקים חשמליים.



Magnetic Proximity
Switch, VQ Microswitch
Style



- חיישני סיבוב

- אלה חיישנים המסוגלים לגלות את מספר הסיבובים שבוצעו במערכת, או את חלקי הסיבוב.

-

- הדיווח יהיה כמובן למערכת הבקרה שמסוגלת לפענח את האותות.



• כמובן שיש עוד סוגים רבים של חיישנים ולא נוכל במסגרת זו לעבור על כולם.

• נציין עוד מספר סוגים שימושיים.

• חישני אינפרא-אדום המשמשים במערכות אזעקה ביתיות

• חיישני קול למיניהם. אלה למעשה מיקרופונים שמוציאים אות כאשר עוצמת הקול שקלטו עולה על עוצמה מסוימת. שימושיים במערכות אזעקה למשל.

• חיישנים המגלים קול מסוג אולטרסאונד.

• חיישנים לגילוי עשן.

• חיישנים לגילוי גזים שונים.

• חישני לחץ (פיאזו-אלקטריים).

• חיישנים לשקילה. אלה חיישנים שהתנגדותם משתנה בהתאם לכוח הפועל עליהם ומשמשים למדידת משקל, בעיקר למשקל כבד.

1.9 רכיבי פיקוד תעשייתיים ואיפיונם

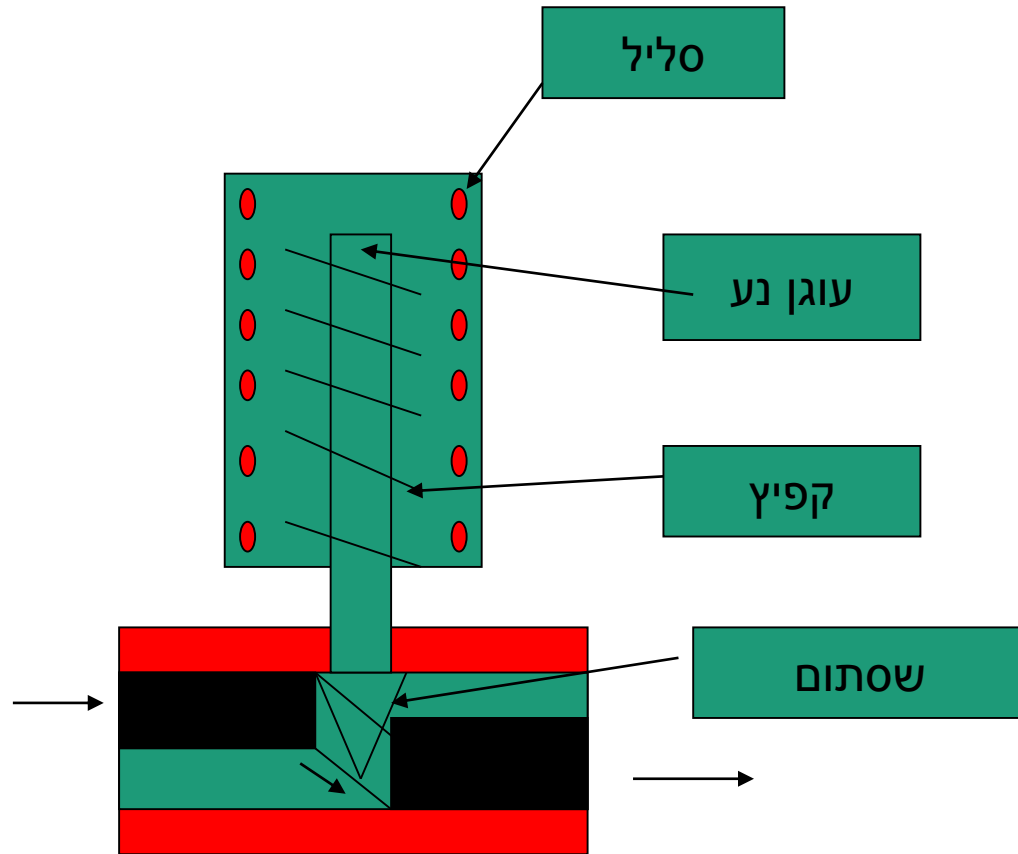
- ממסרים אלקטרו מכניים :

- 1. מגען – ממסר שבנוי מסליל שהעוגן של מחובר למגעים נעים. כאשר מחברים מתח נמוך יחסית נוצר שדה מגנטי בסליל שגורם לעוגן לנוע כלפי מטה ולמשוך את המגעים. המגעים נפתחים או נסגרים בהתאם למצב ההתחלתי שלהם.

- 2. מנוע DC בעירור זר הוא מנוע נפוץ במערכות בקרה בשל הפשטות שבה אפשר לווסת את מהירותו או לשנות את כיוון סיבובו.

- **שימושים:** רובוטים, מערכת סרוו לבקרת זווית סיבוב של אנטנות, תותחים, כנפיות של מטוסים, טילים ועוד.

1.10 פעילים תעשייתיים ואיפיונם

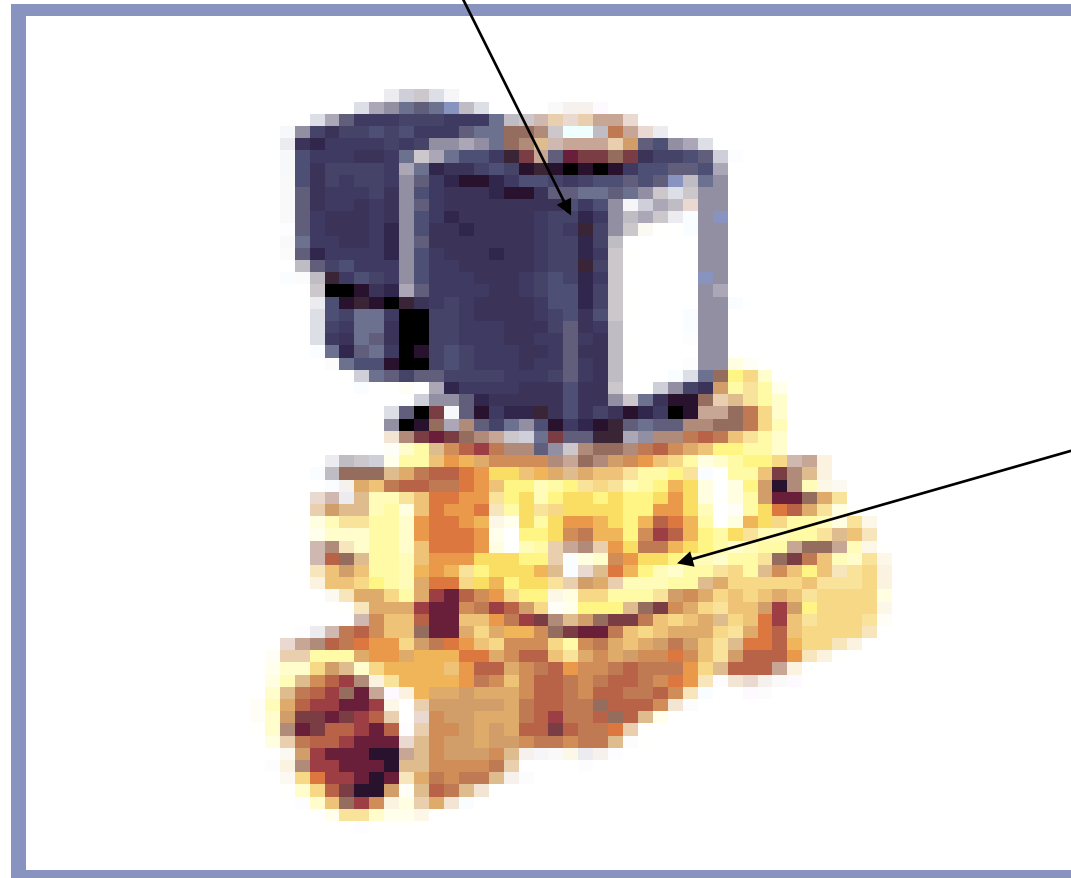


• ברזים חשמליים

– מבנה –

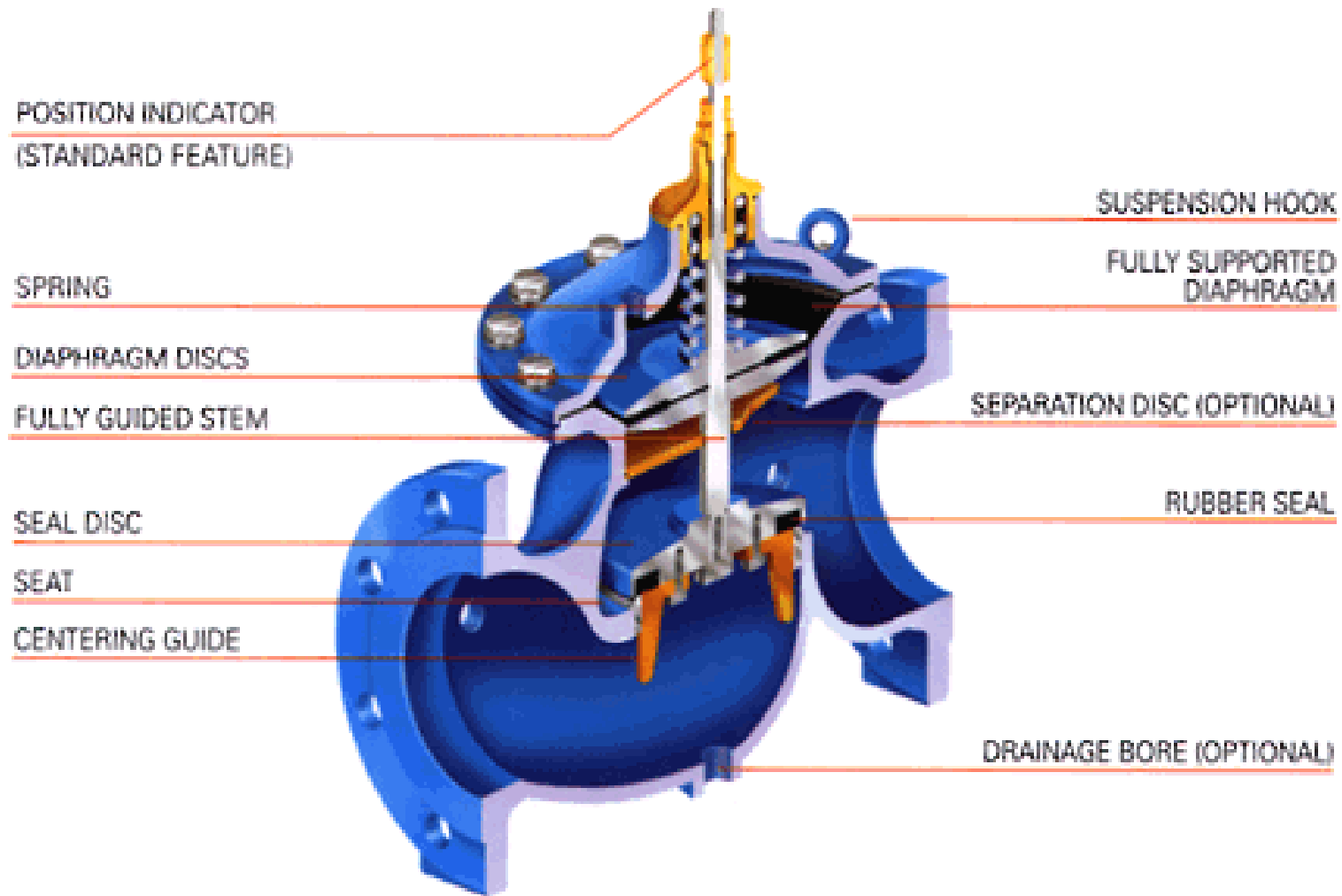
• עקרון פעולה של הברז החשמלי- כאשר מחברים מתח לסליל נוצר שדה מגנטי שגורם לעוגן לנוע כלפי מעלה וכך לפתוח את הברז החשמלי. כאשר מנתקים את המתח אין שדה מגנטי ולכן העוגן יורד כלפי מטה באמצעות הקפיץ וסוגר את הברז.

סליל



המערכת המכנית
של הברז
(שסתום)

• שסתומים חשמליים: בנויים על עקרון הברז החשמלי הקודם רק גדול הרבה יותר. מצב הפתיחה של הברז נתון לשליטה ע"י שינויי מתחים שמגיעים אליו.





• מנוע חשמלי

- **מנוע חשמלי** הוא אמצעי המרת אנרגיה, המסוגל להפוך אנרגיה חשמלית לאנרגיה מכנית.
- המנוע החשמלי בנוי על פי רוב משני חלקים עיקריים:
 - 1. **סטטור (Stator)**: מערכת סלילים המלופפים סביב ליבה פרומגנטית (Ferromagnetic Core) המקובעת למקומה.
 - 2. **רוטור (Rotor)**: ציר העובר בתוך סלילי הסטטור ועליו מלופפים סלילים. ציר זה חופשי להסתובב.
- כאשר זורם זרם חשמלי דרך הסלילים, נוצר שדה מגנטי סביבם ובתוכם (דרך הליבה). שדה מגנטי זה מפעיל כוח על המוליכים המלופפים על הציר העובר דרכו, וזה מסתובב עקב המומנט (כח סיבובי).
- העברת זרם חשמלי מקוטע, בצורה מבוקרת, מאפשרת צירוף תנועות זוויתיות קטנות לסיבובים שלמים.

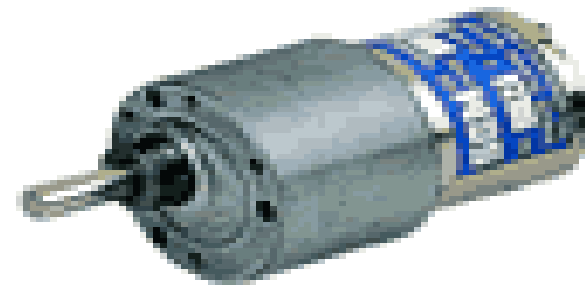
- ישנם שני סוגי מנועים חשמליים עיקריים:
- מנוע זרם ישר
- מנוע זרם חילופין
- מנועים חשמליים ניתנים לחלוקה על פי מספר תכונות:
- (1) מנועי זרם ישר (DC) לעומת מנועי זרם חילופין (AC).
- (2) מנוע צעד (step motor) (סוג של מנוע DC)
- (3) מנועים סינכרוניים וא-סינכרוניים (מנועי AC)

- **מנוע צעד** – מנוע צעד הוא מנוע בעל מבנה מיוחד, הממיר אותות הפעלה חשמליים בתזוזות מכניות קבועות. הציר של המנוע יסתובב בזווית מסוימת בתגובה לכלל אות הפעלה. זווית הסיבוב תחזור על עצמה בדייקנות עקב כלל את הפעלה נוסף.
- שימוש – פתיחה של ברז חשמלי ממרחקים.

מנוע סינכרוני – מנוע סינכרוני יכול לפעול אך ורק במהירות סינכרונית (ללא תלות בעומס, כלומר מהירות הסיבוב קבועה לחלוטין), ולכן הוא אינו יכול להתחיל להסתובב ללא עזרה חיצונית. בהתנעה יש צורך להביאו למהירות הסינכרונית בעזרת מנוע עזר, שיכול להיות בעל הספק נמוך.

- מנוע אסינכרוני – במנוע זה מהירות הסיבוב תלויה בעומס והיא קטנה מן המהירות הסינכרונית.
במנוע זה אין אלקטרומגנטים לזרם ישר, היוצרים את השדה המגנטי.
המנוע האסינכרוני הנפוץ ביותר היא המנוע התלת-פאזי.

• דוגמא למנועים חשמליים:



1.11 חיווי והתרעה

• סוגי חיווי:

1. באמצעות נורה – א. דולקת כאשר המכשיר מופעל.
ב. כבוייה כאשר המכשיר לא מופעל.
ג. מהבהבת בשעת תקלה.

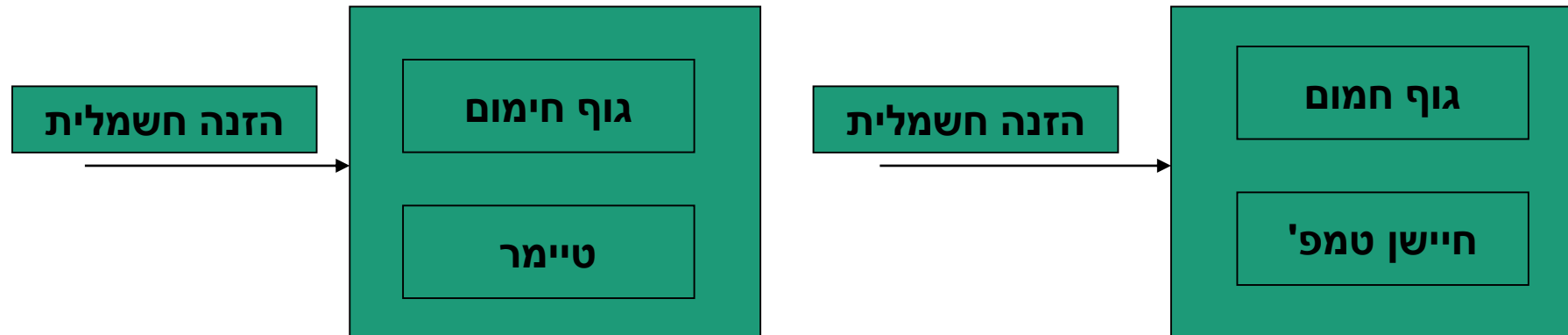
- 2. **תצוגה אנלוגית** – מכשיר המבוסס על קריאה באמצעות מחוג הנע בהתאם לשינויים בתהליך.
- 3. **תצוגה דיגיטלית** – מכשיר המבוסס על קריאה באמצעות ספרות המשתנות בהתאם לשינויים בתהליך.
- 4. **תצוגה באמצעות רישום** – גליל נייר מסתובב ועט הרושם על הנייר בהתאם למצב התהליך.

• סוגי התרעה:

1. נורה מהבהבת – בשעת תקלה הנורה תהבהב.
2. פעמון – בשעת תקלה הפעמון יצפור/יצלצל.
3. נורה מהבהבת + פעמון – בשעת תקלה שניהם פועלים יחד.

שאלות דוגמא ממבחן בגרות

- 1. באיור נתונים תרשימי מלבנים עקרוניים של שני מצנמים (טוסטרים). כל מצנם כולל גוף חימום חשמלי ומערכת בקרה. ציין מהו סוג (בקרה בחוגפתוח, בקרה בחוג סגור) בכל אחד מן המצנמים. נמק את תשובתך.

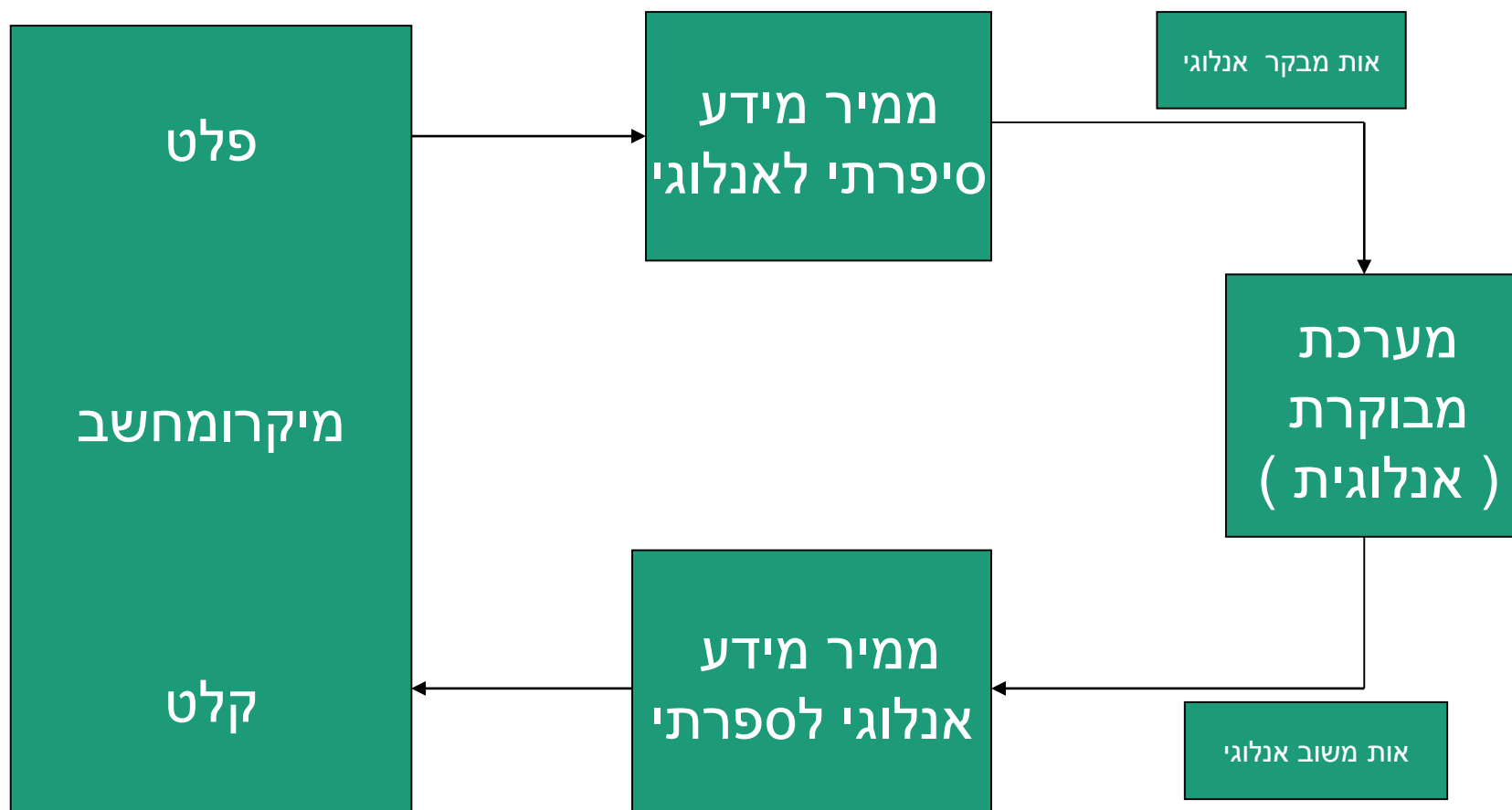


- 2. מערכת לבקרת מפלס של נוזל במיכל אגירה כוללת משאבת מילוי, פתח ריקון, לוח חיווי עם נוריות סימון, ושני מדי מפלס. מיכל האגירה מלא בתחילת תהליך הבקרה.
- המערכת מבקרת את הגובה של מפלס הנוזל במיכל, ומפעילה את משאבת המילוי ולוח החיווי כמתואר להלן:
- 1. אם גובה המפלס ירד למחצית גובה המיכל- נדלקת נורית סימון אדומה ומופעלת משאבת המילוי.
- 2. אם גובה המפלס מקסימלי- מופסקת פעולת משאבת המילוי ונדלקת נורית סימון ירוקה.
- א. רשום סוג של חיישן המתאים למדידה מפלס הנוזל במערכת זו.
- ב. מהו סוג ניהול הבקרה (בקרה בדידה/בקרה רציפה) במערכת הזו? נמק את תשובתך בהתאם לסוג החיישן שרשמת בסעיף א'.

פרק 2. שיטות בבקרה ממוחשבת

2- מערכת בקרה מבוססת מחשב

• מבנה עקרוני של מערכת בקרה מבוססת מחשב



• תפקיד הכרטיס לאיסוף נתונים

תפקידו לאסוף נתונים אנלוגיים מהשטח באמצעות חיישנים, ומכשירים תעשייתיים, ולהמיר לנתונים ספרתיים, על מנת שהמקרו מחשב יוכל להבין אותם.

• נתונים אנלוגיים וספרתיים

נתון אנלוגי – אותות מתח בעוצמות שונות.

נתון ספרתי – מספרים בינאריים.

דוגמא – בממיר שהאות הספרתי במבוא שלו הוא בעל 8 סיביות – ייתכנו 2 בחזקת 8 (256) מתחים במוצא, בהתאמה ל-256 המספרים הבינאריים האפשריים בכניסה.

אם, למשל, תחום השינוי של אות המוצא הוא מ-0 וולט עד 10 וולט, מידת ההבחנה (רזולוציה) של הממיר היא 10 כפול 2 בחזקת מינוס 8 .

מידע ספרתי במבוא	מידע אנלוגי במוצא
00000000	0 V
00000001	0.03906 V
00000010	0.07813 V
 	
 	
 	
 	
11111111	9.9961 V

המרת נתונים

• הצורך בהמרת נתונים מאנלוגי לספרתי (A/D) ומספרתי לאנלוגי (D/A).

המיקרומחשב מעבד מידע ספרתי בלבד, ואילו מערכות הבקרה הן בדרך כלל אנלוגיות. כדי שהמיקרומחשב יוכל להפעיל את מערכות הבקרה צריך איפוא לתרגם את המידע הספרתי למידע אנלוגי.

המרת נתונים

• דוגמא – מערכת בקרה

אם הבקרה נעשית בחוג סגור, צריך להחזיר משוב מן התהליך המבוקר (האנלוגי) אל המיקרומחשב ולשם כך צריך לשוב ולתרגם את המידע האנלוגי למידע ספרתי. באופן כזה המיקרומחשב יכול להפעיל מידע ולעבדו ולבקר מערכות אנולוגיות.

תרשים מערכת בקרה בחוג סגור – בדף הבא.

• [הסבר התרשים](#) – המיקרומחשב מוציא מידע ספרתי בפלט. מידע זה מומר באות אנלוגי מתאים, המפקח על המערכת המבוקרת. אות המשוב האנלוגי מומר באות סיפרתי ומוחזר לקלט של המיקרומחשב.