

חבלות וגנבות השמל

במקרה הטוב



במקרה הרע





גנבים לאור יום

ותוצאות טרגיות



גניבת חשמל היא בעיה עולמית

- ❖ גנבות חשמל בעולם מהווה עד כ 40% מההפסד הכולל,
- ❖ הערכה: העלות העולמית של גניבת חשמל נאמדה ב-96 מיליארד דולר מדי שנה.
- ❖ מחקר שנערך לאחרונה מגלה שכמעט 20% מסך החשמל שנוצר ב-**הודו** הולך לאיבוד עקב גניבה והונאה.
- ❖ הבעיה אינה מוגבלת לכלכלות מתפתחות.
- ❖ ב-**ארה"ב** לבדה, ההפסד הכספי כתוצאה מגניבת אנרגיה מוערך בכ-6 מיליארד דולר בשנה.

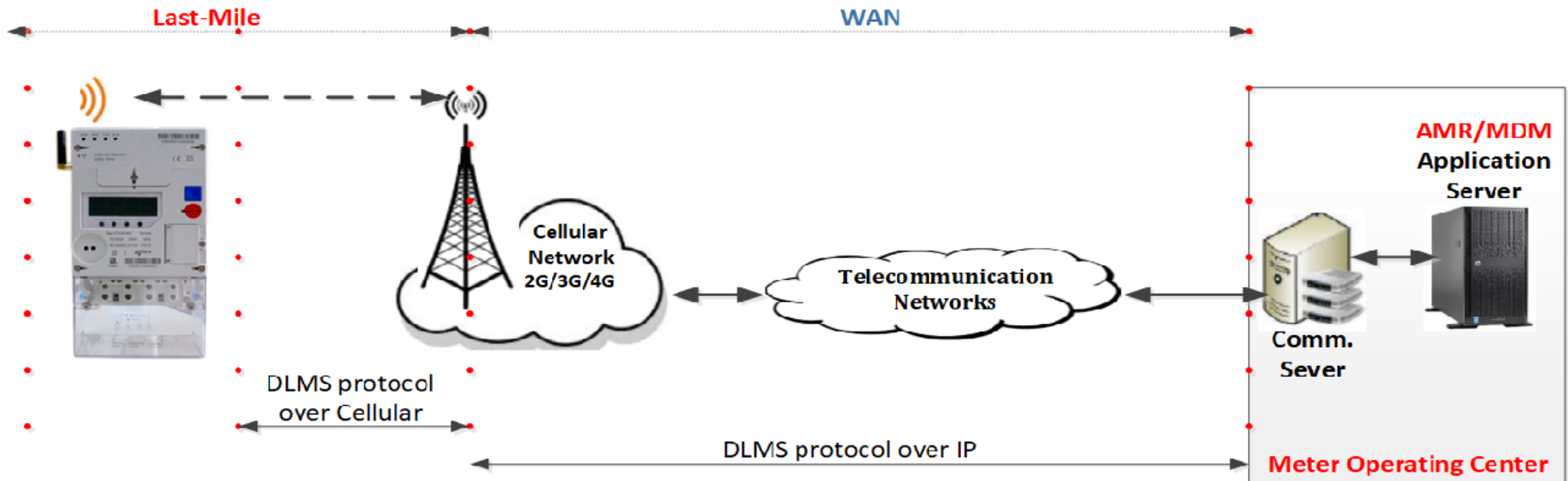
איך גניבת חשמל עולה מילירדים ומה נתן לעשות בקשר לזה?

האם מונים חכמים יכולים לזהות גניבת חשמל?

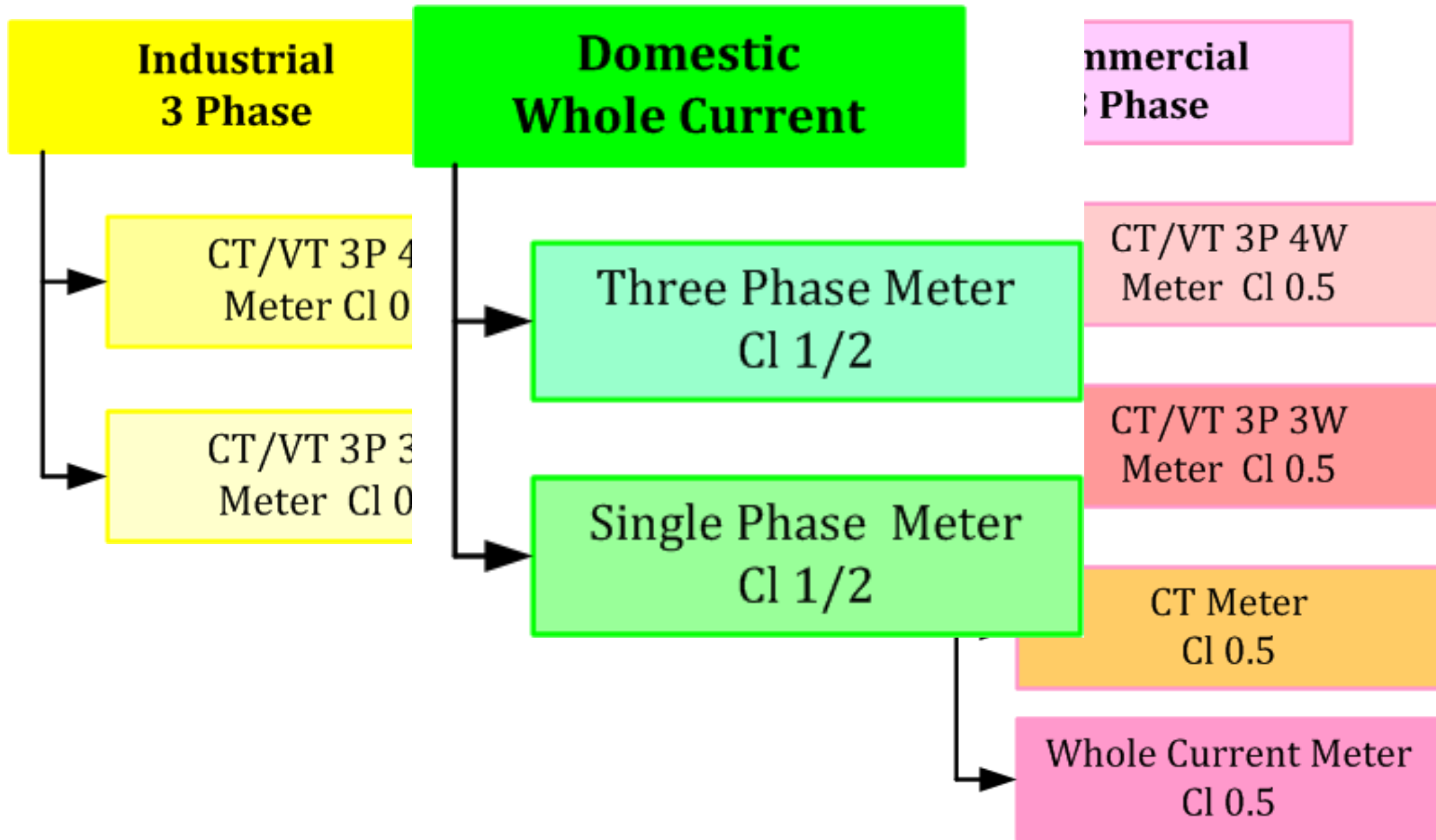


תשובה: כן (מותנה בתכנון)

מונה חכם כזה המחובר למערכת מנייה, מגלה עודד יותר



Targeted meter types for theft



אירועים שניתן לנטר על ידי מונה דיגיטלי



הכל מתועד בקובץ לוג במונה

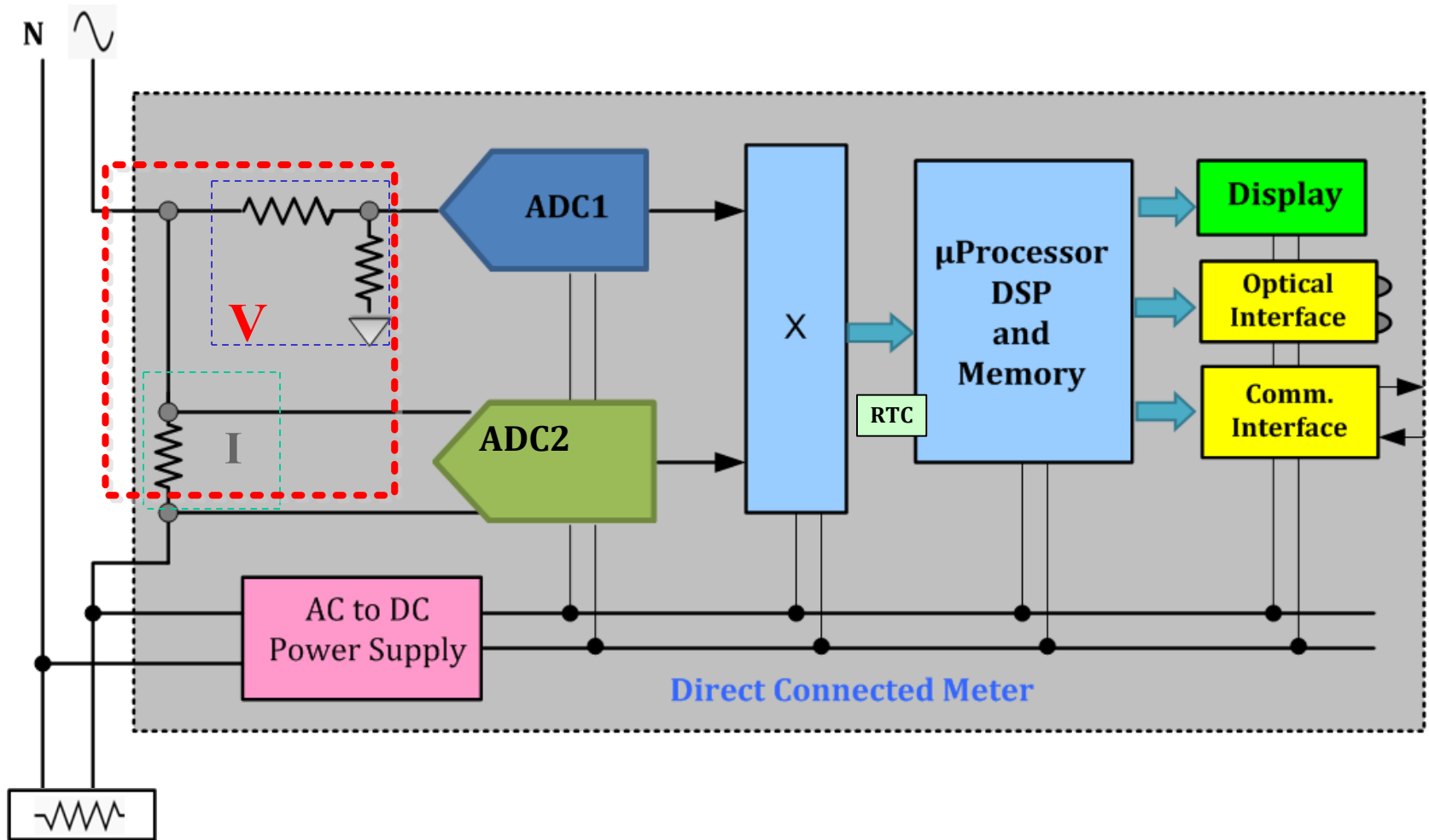
- ❖ חבלה בדיוק המדידה
- ❖ היפוך פאזה
- ❖ ניתוקי פאזה
- ❖ ניתוק חוט האפס
- ❖ הארקת חוט אפס
- ❖ סדר פאזות שגוי
- ❖ "עיקוף" המונה
- ❖ הפעלת שדה מגנטי חזק על המונה
- ❖ כיווני אנרגיה אקטיבית, אנרגיה ראקטיבית
- ❖ מתח גבולי נמוך, מתח גבולי גבוה
- ❖ זרם יתר או זרם נמוך
- ❖ פתיחת מכסה המונה
- ❖ פתיח מכסה בית-ההדקים

סוגי חבלה על המונה

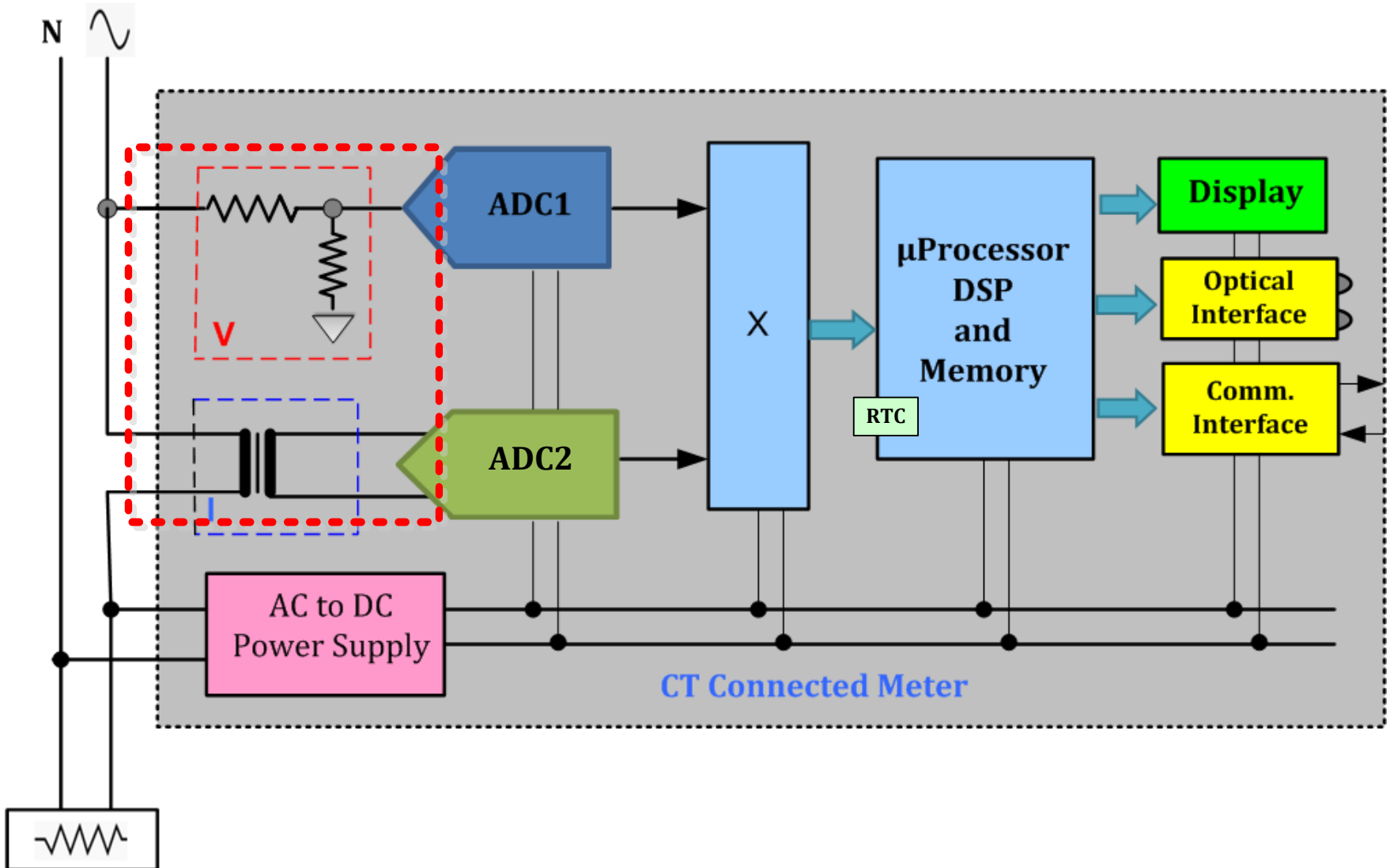
גנבות תוך זיוף **דיוק המדידה** של המונה

כל סוגי המונים

Direct Connected Meter Block Diagram

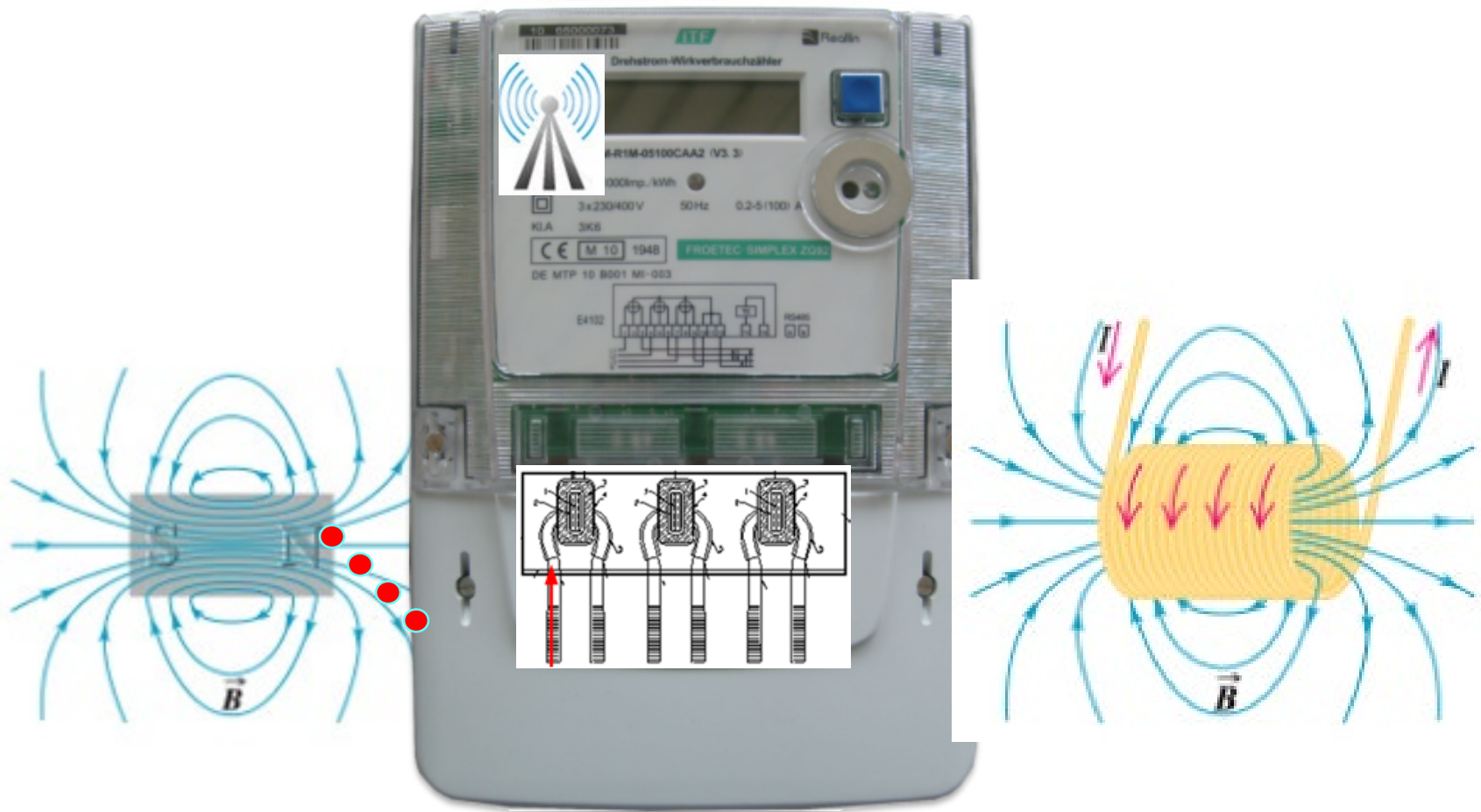


CT Connected Meter Black Diagram





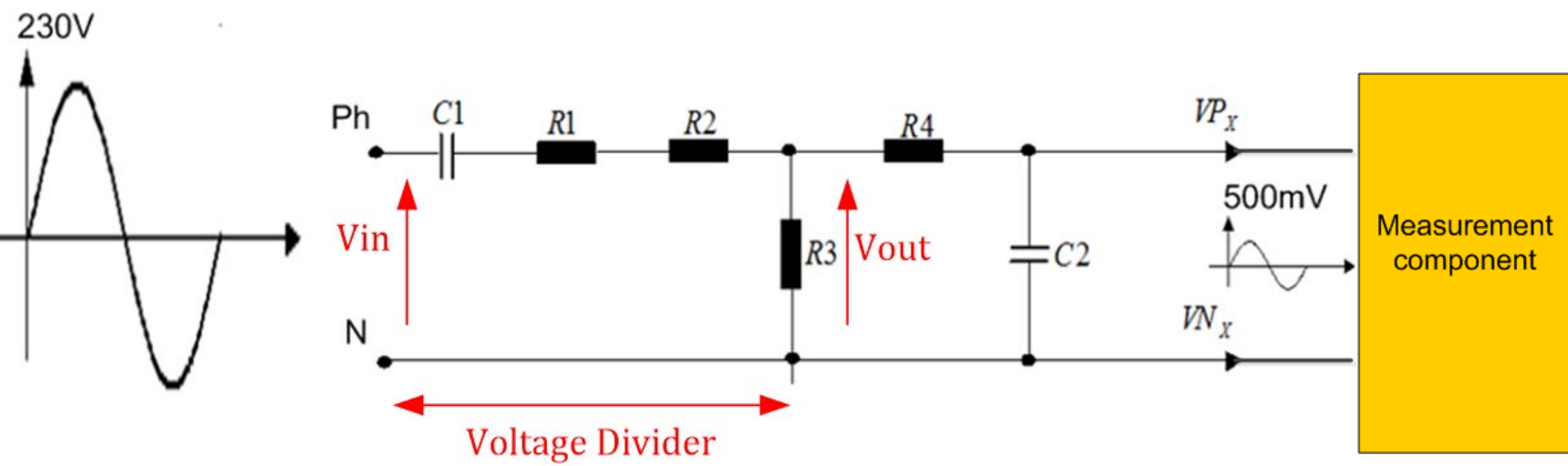
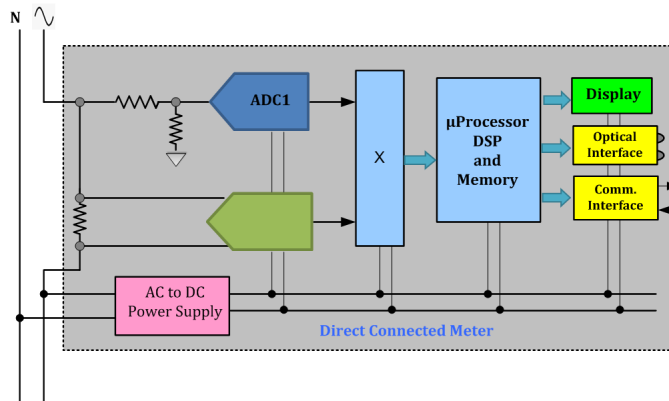
הפעלת שדה מגנטי היצוני על המונה



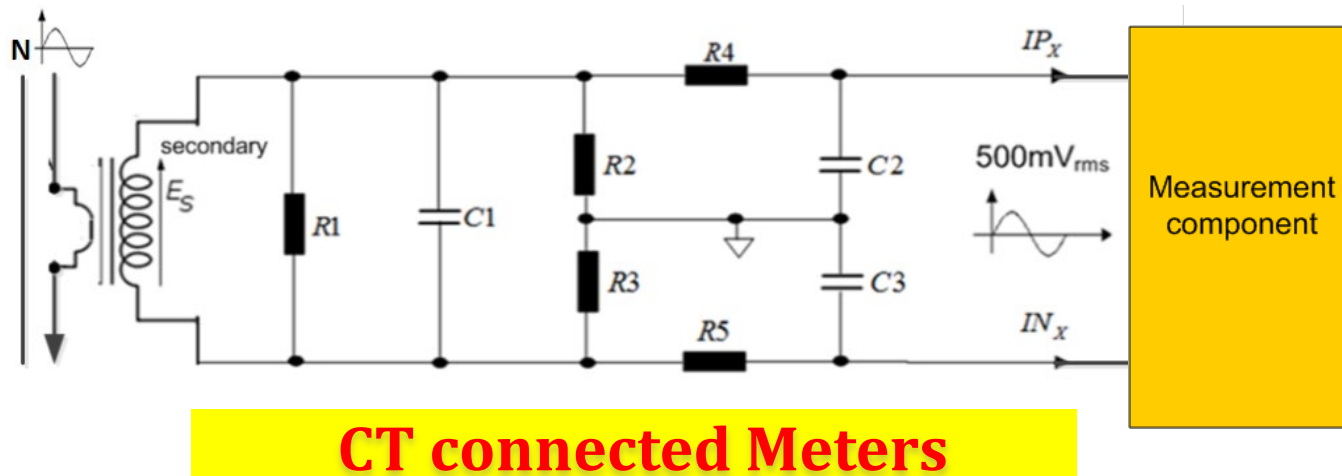
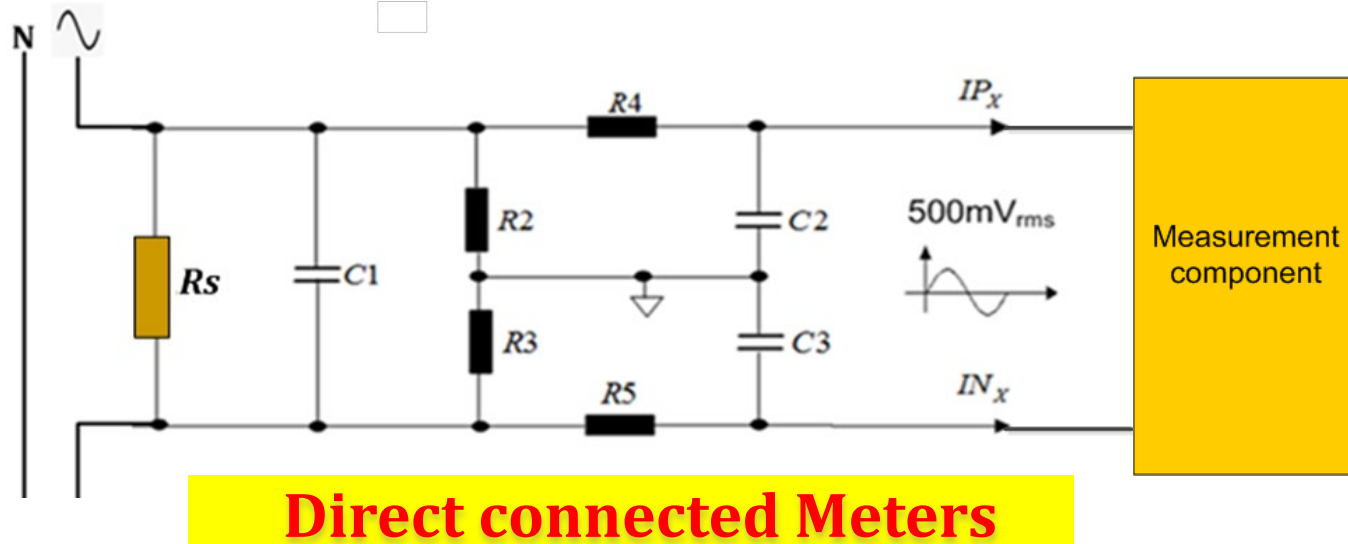
הפעלת שדה מגנטי חיצוני על המונה



Thefts that are carried out by affecting the **Voltage** input Circuitry

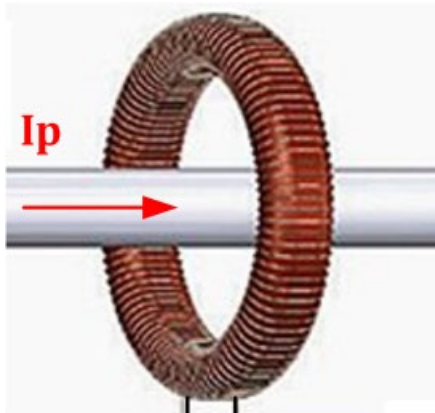


Thefts that are carried out by affecting the **Current** input Circuitry

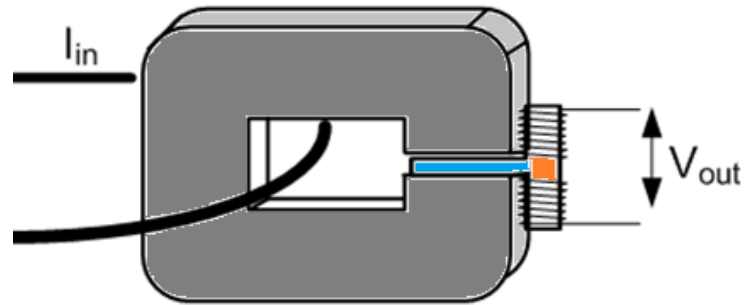


An external magnetic field on the Current Sensors?

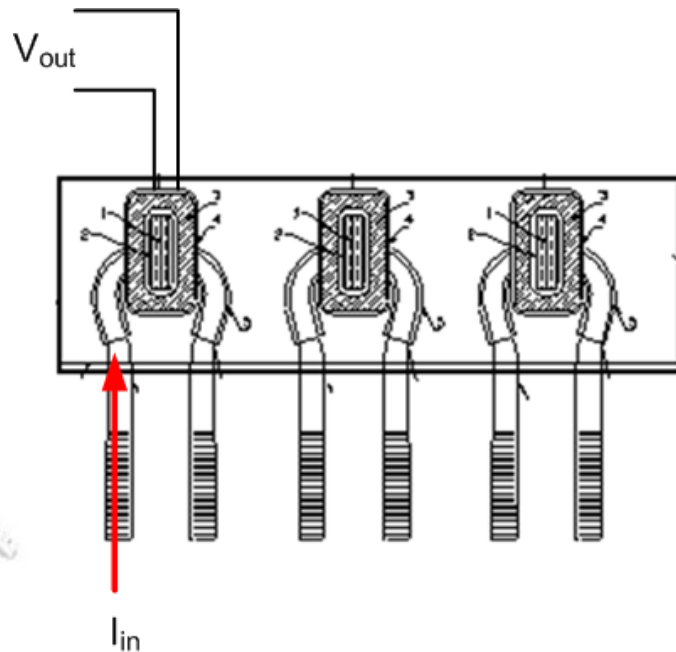
CI 0.2/CI0.5



CI 1/2



CI 1/2

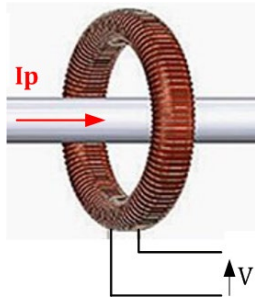


An external magnetic field on the Voltage Sensors?

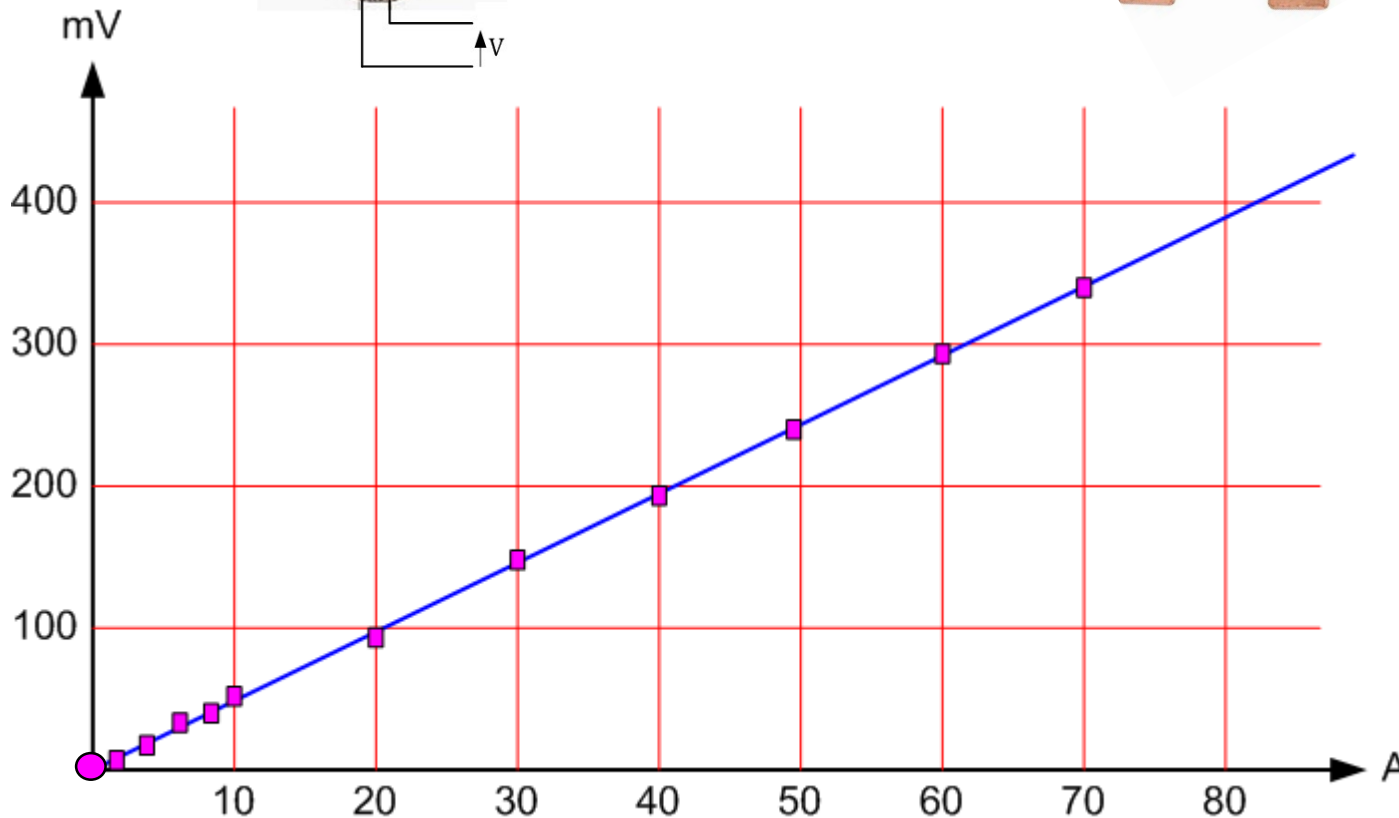
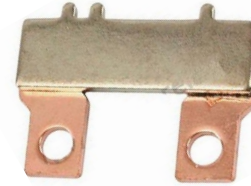
Cl 1/2



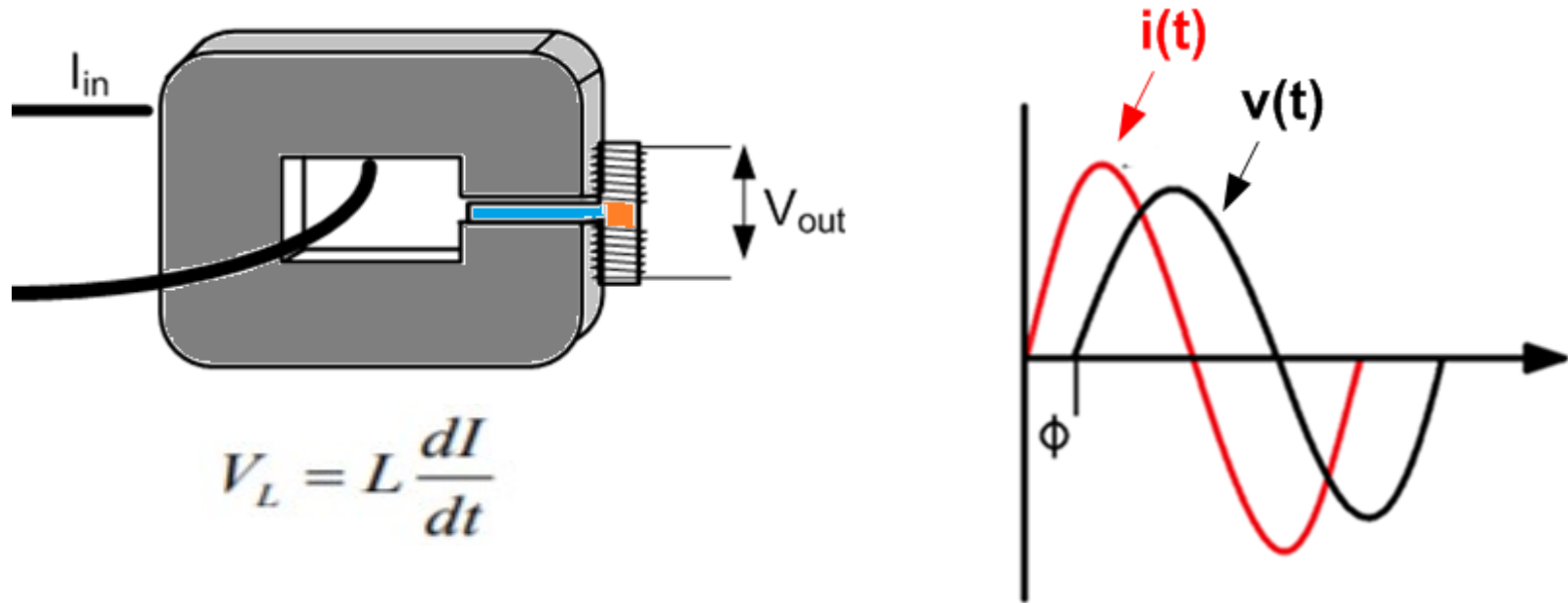
Current Sensor (CT & Shunt) Linearity



Shunt Resistance $180\mu\text{OHM}$

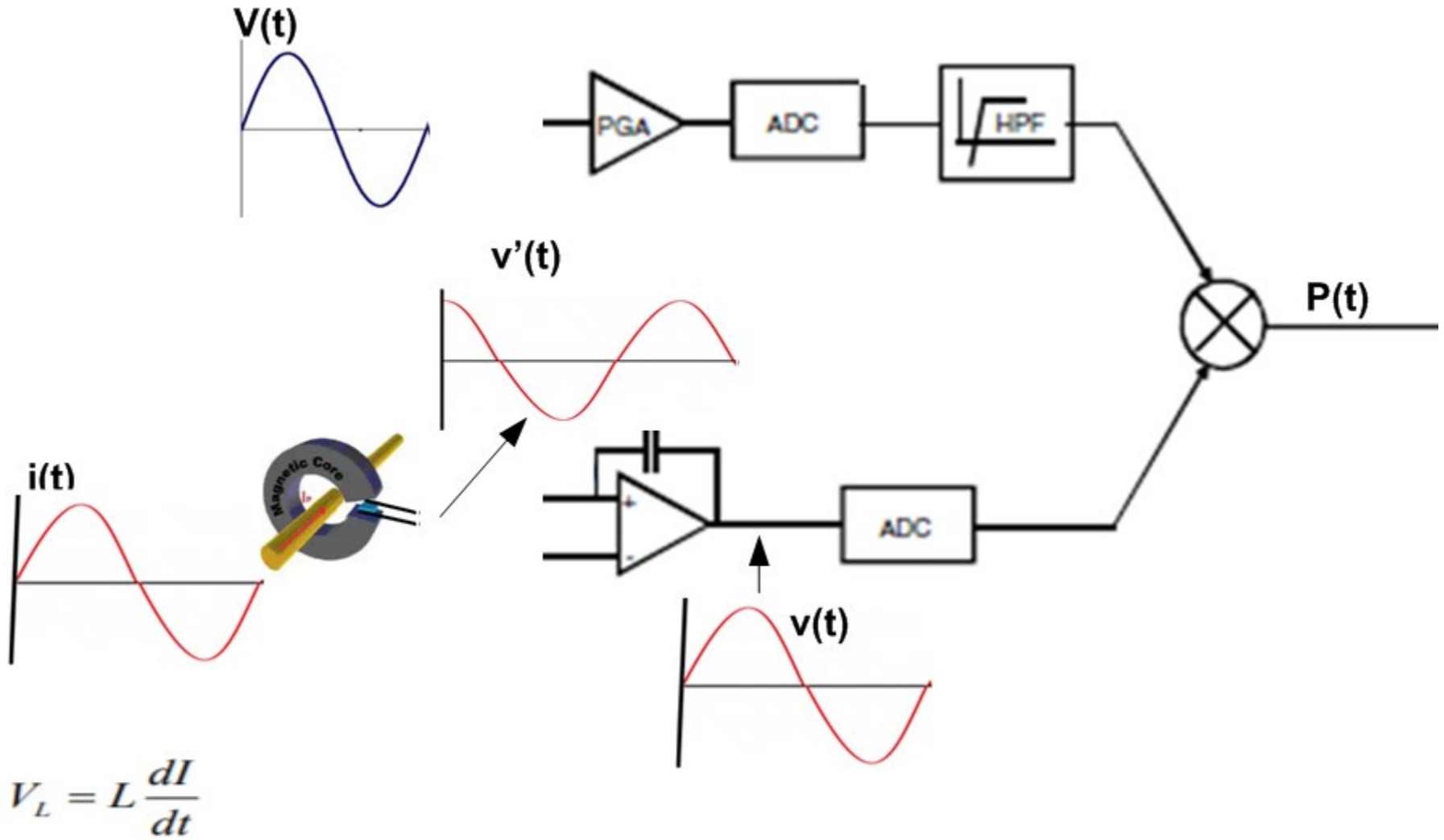


Current Sensors (C-Core / Rogowski)



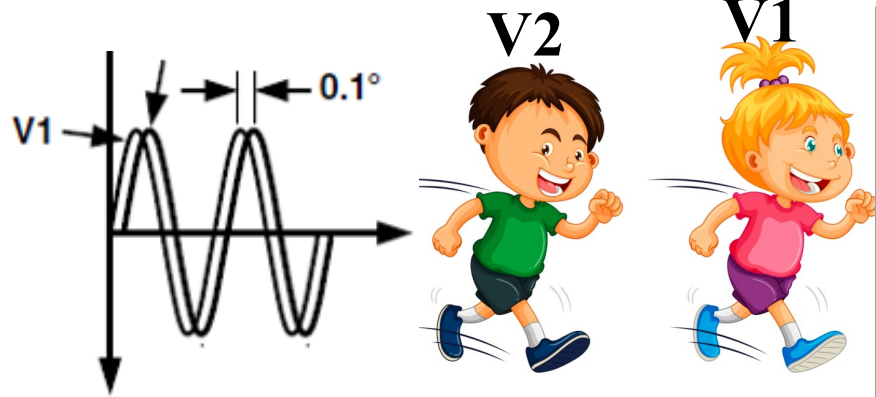
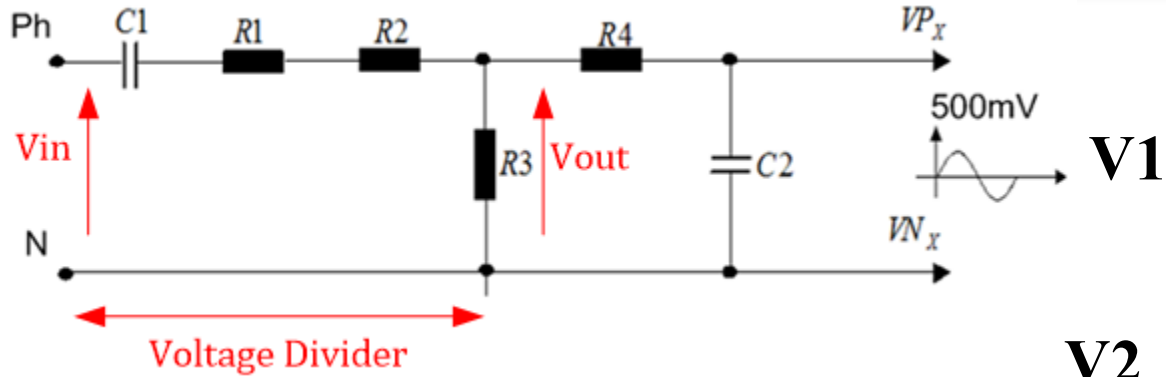
- DC Tolerance
- Phase shift of 90° between Voltage and Current
- Strong influence from External magnetic field (needs shielding)

Rogowski Coil & C-Core phase shift correction

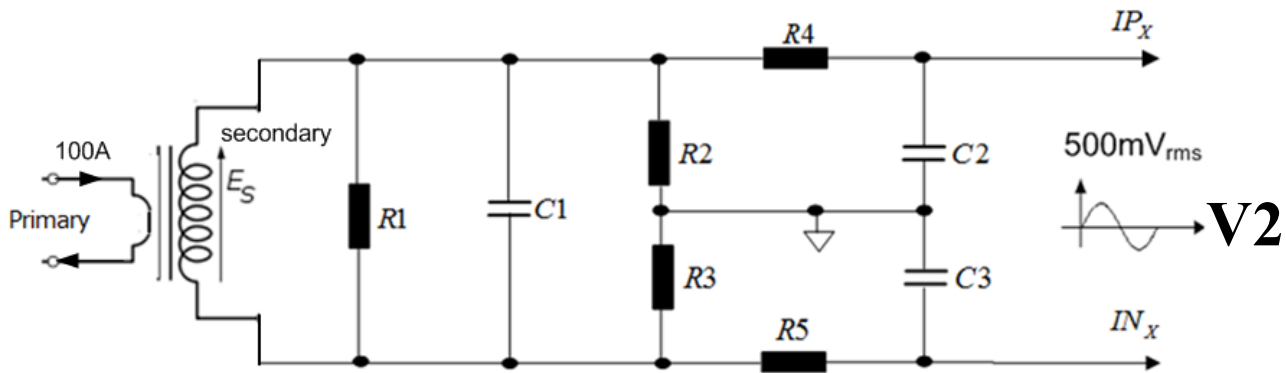


CT with no DC Tolerance

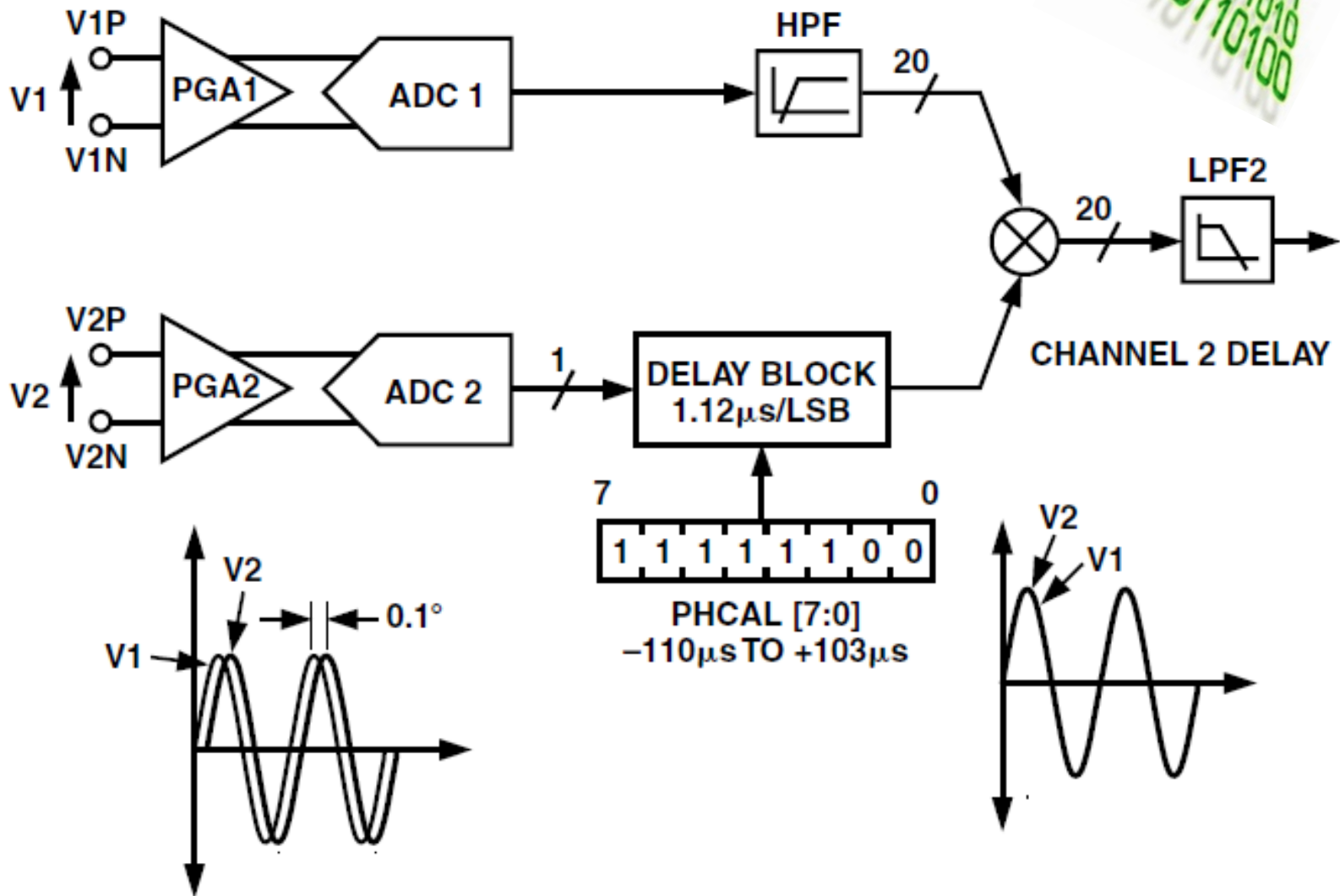
Who will get to the device first?



Measurement component

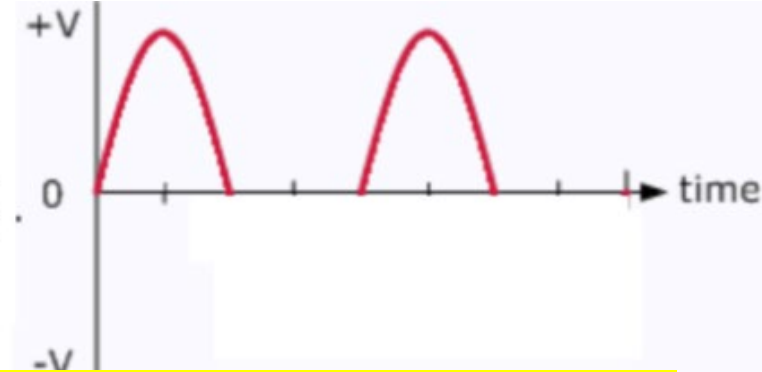
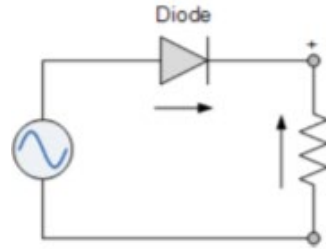
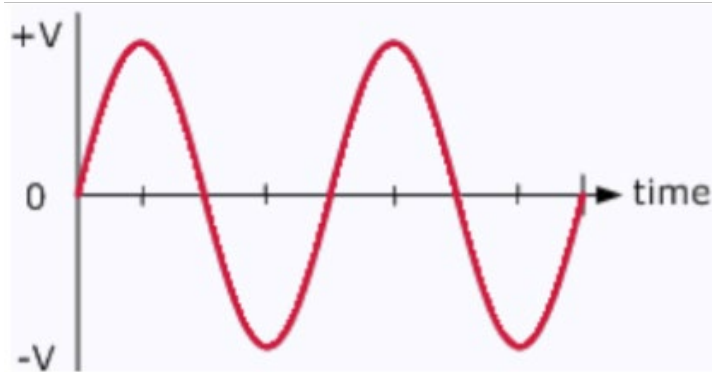


Phase shift Calibration



נסיון גנבת השמל

רכיב DC משפיע על נקודת הרוויה של חיישן הזרם (CT)



צרות צרורות

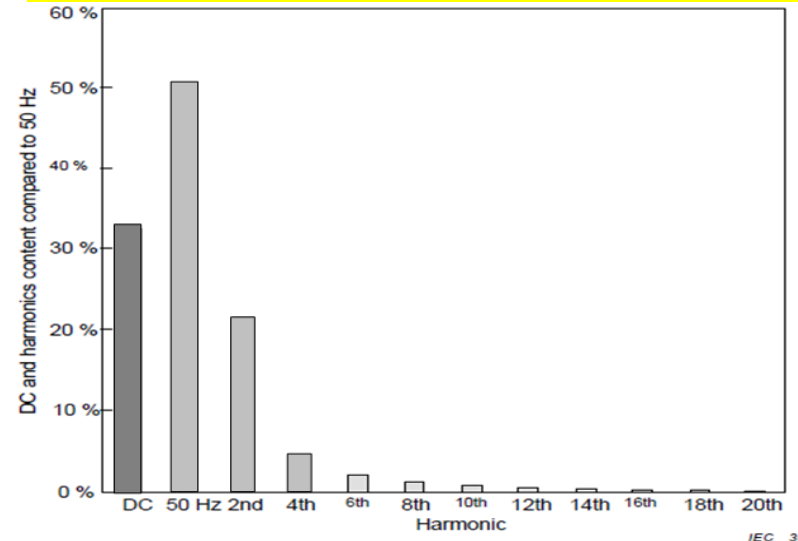
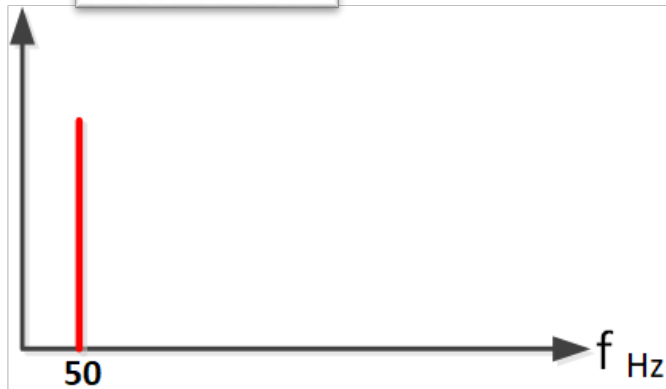
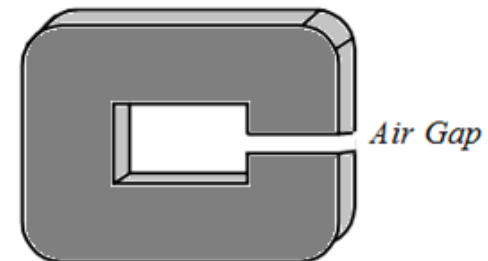
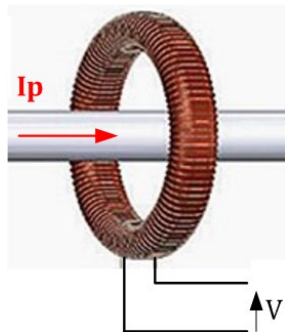
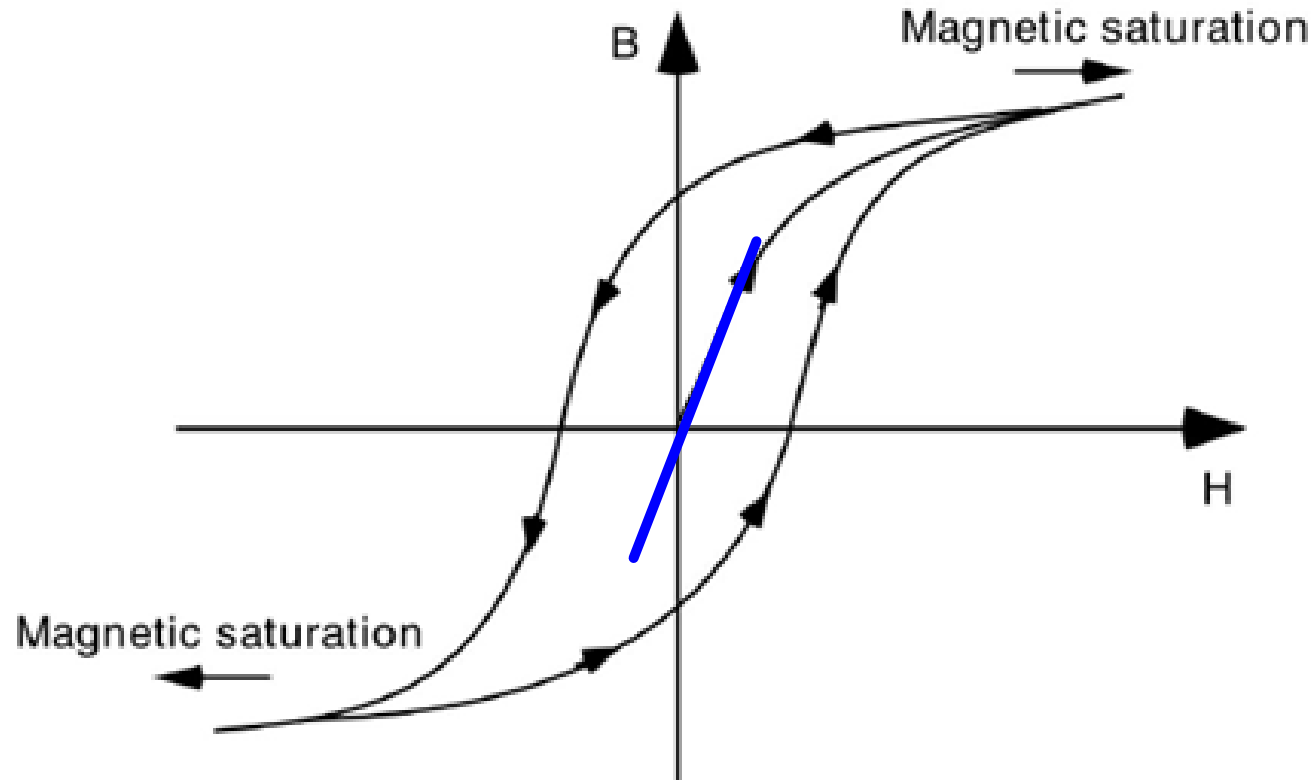
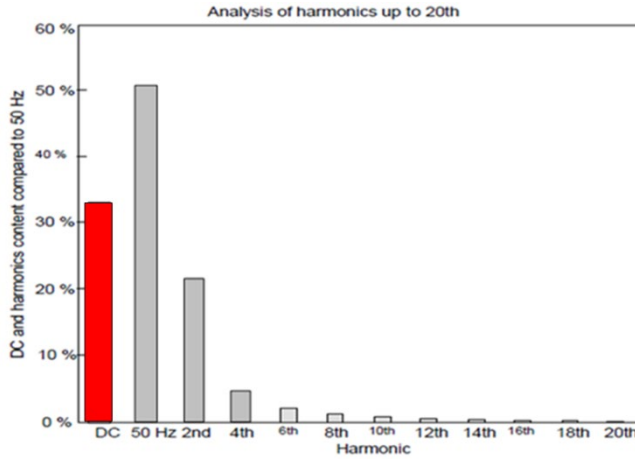
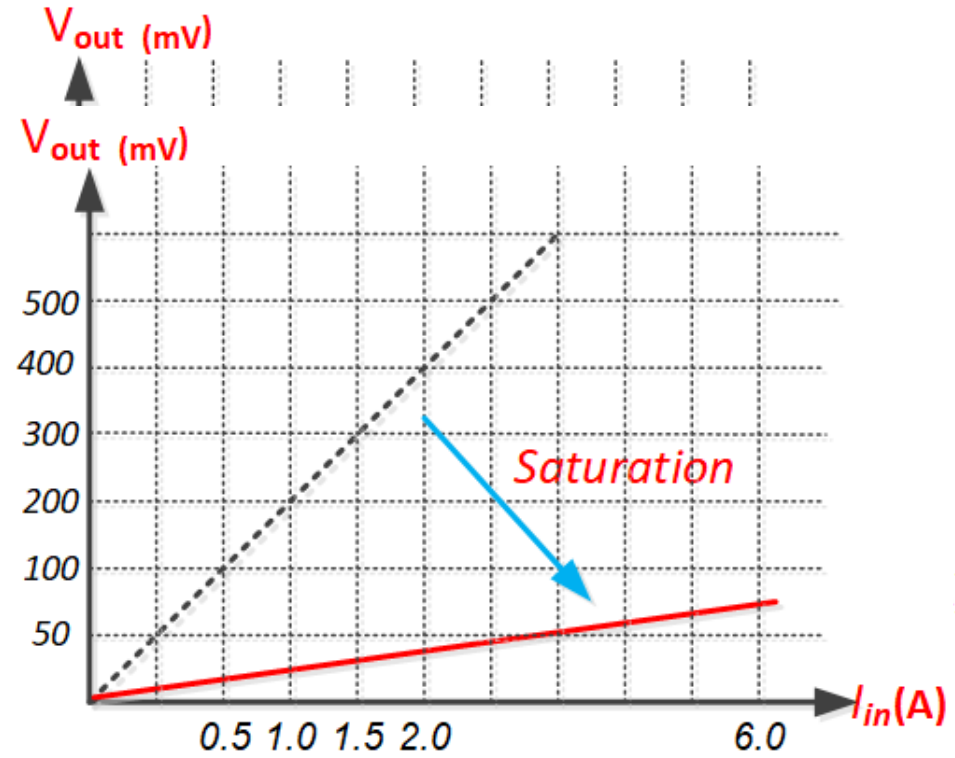
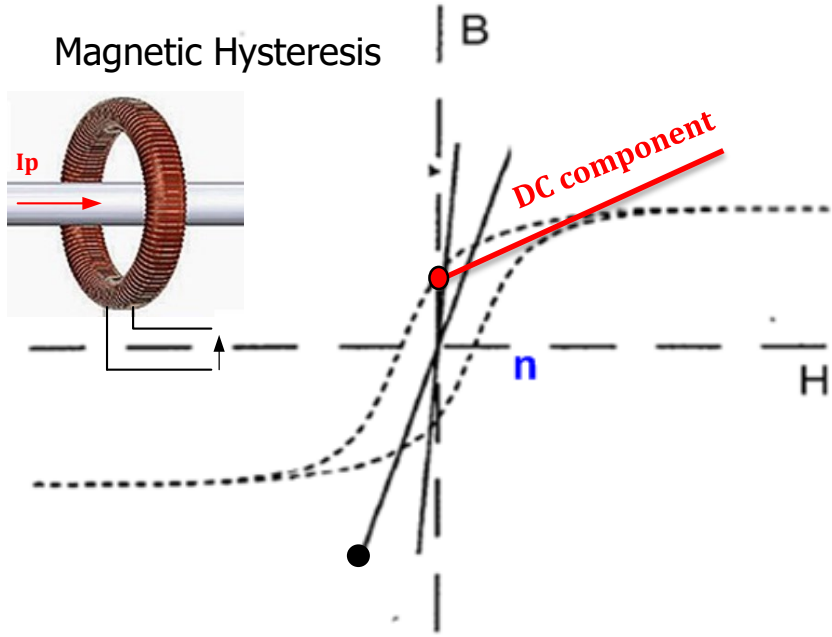


Figure A.3 – Informative distribution of half-wave harmonic content (the Fourier analysis is not complete)

תחום ליניארי של חיישן הזרם (CT)



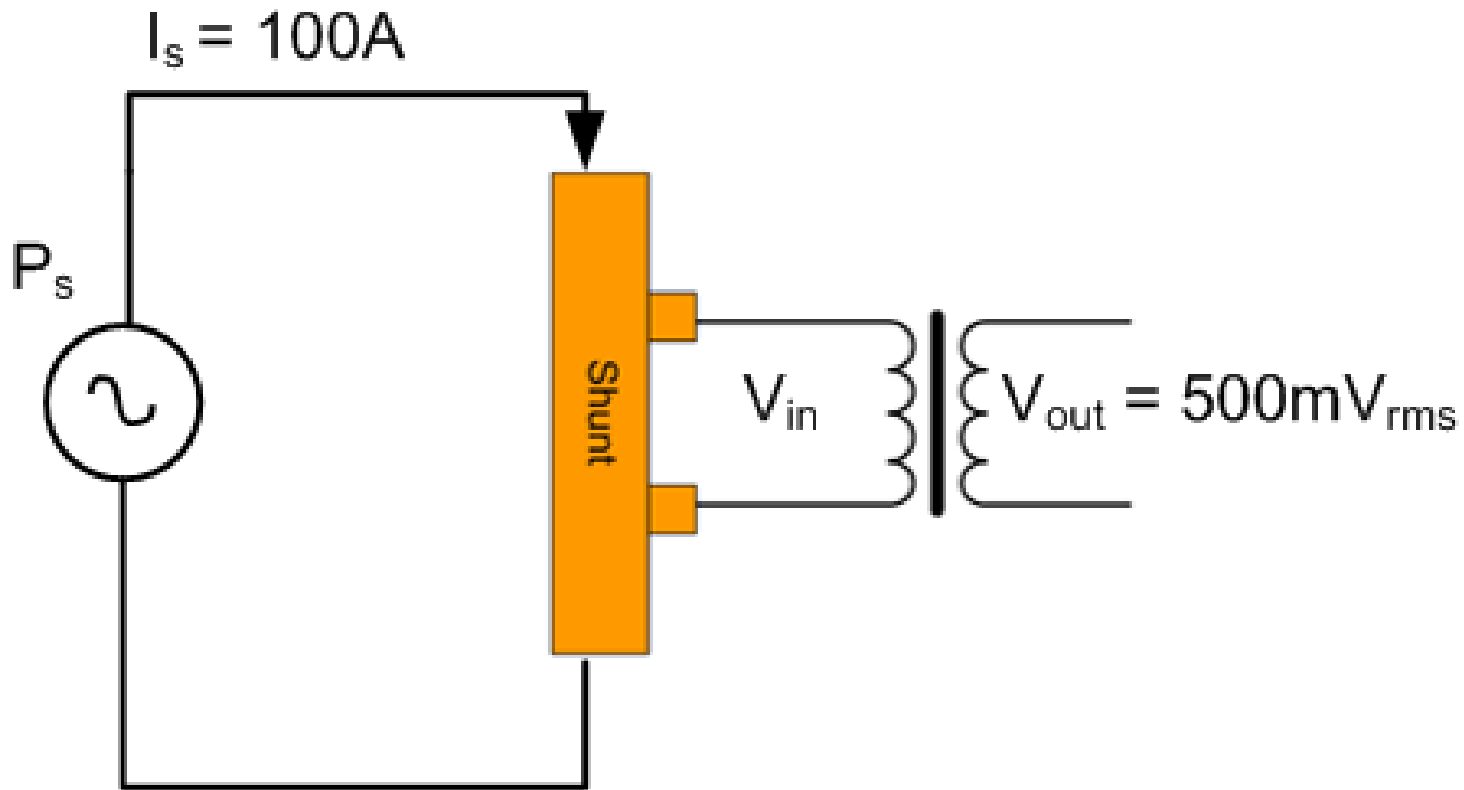
השפעת של רכיב ה-DC על חיישני הזרם (המשך)



$$P = V * I$$

Method of Overcome the problem of DC tolerance

➤ Shunt with Isolated output voltage



בדיקת השפעת שדה מגנטי



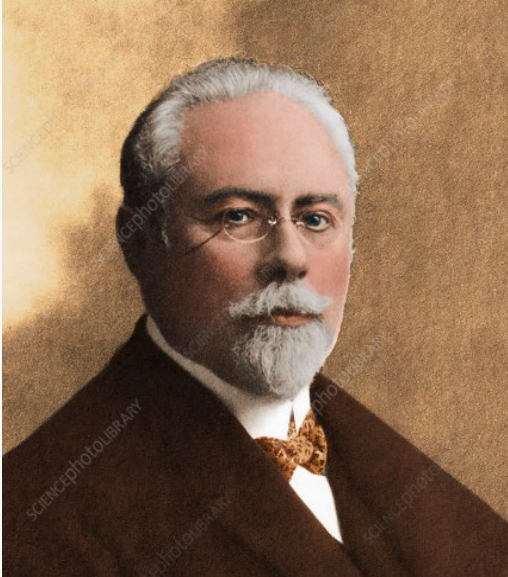
סוגי חבלה על המונה

גנבות תוך מניפולציה על המונה

מונים בחיבור ישיר (מונה ביתי)

André-Eugène Blondel

André Blondel



André Blondel in 1888

Born	28 August 1863 Chaumont, Haute-Marne
Died	15 November 1938 Paris
Nationality	French
Fields	physicist

מהנדס ופיזיקאי צרפתי ממציא של אוסילוגרף (אוסילוסקופ) **ומערכת של יחידות מדידה.**

משפט בלונדל קובע כי:

❖ במערכת של N מוליכים, צריך $(N-1)$ מדי-הספק כדי למדוד נכון את ההספק החשמלי.

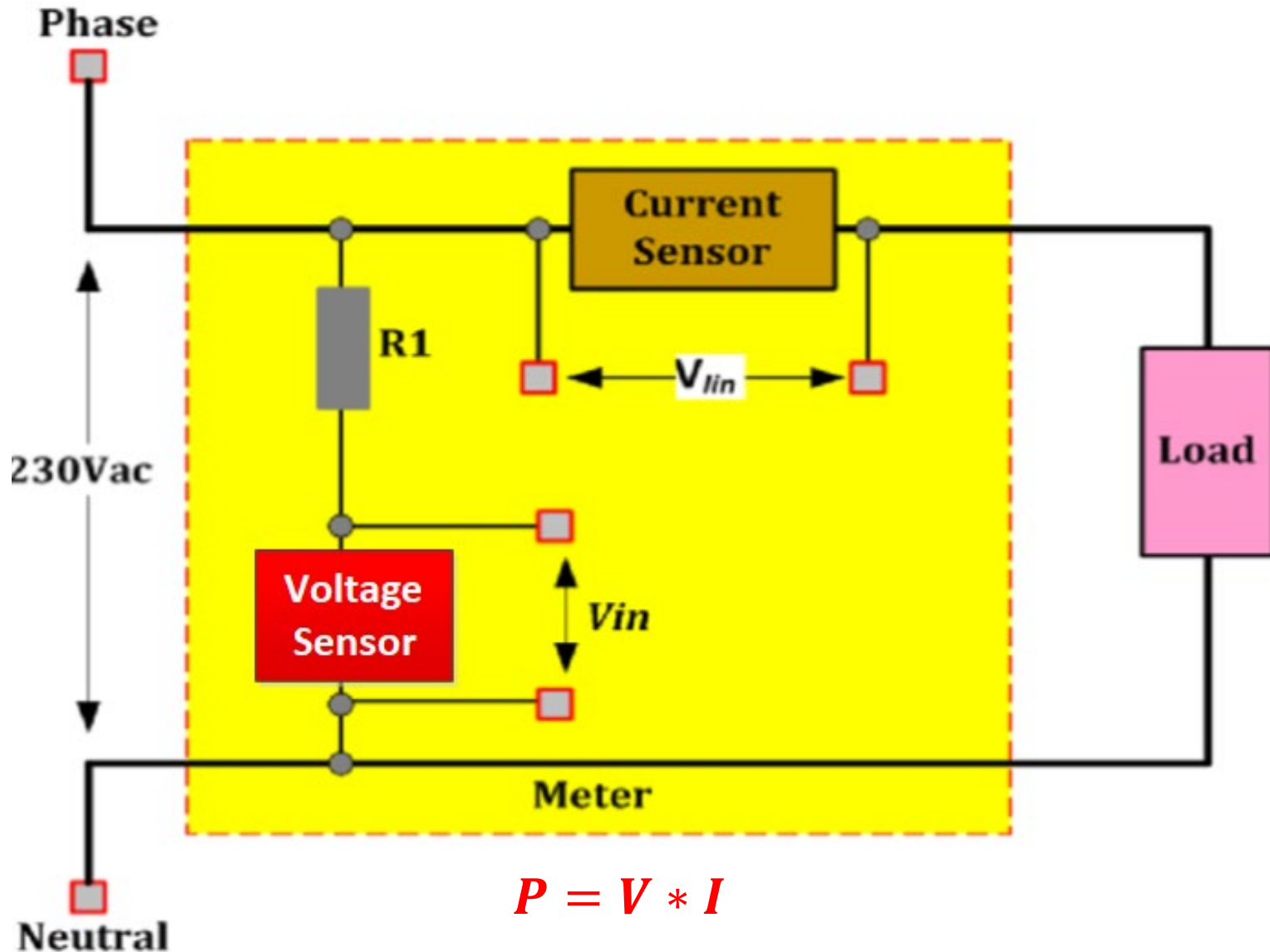
❖ מונה חד-פאזי מחובר לשני מוליכים, נדרש: $(2-1)$ מד-הספק אחד.

❖ מונה תלת-פאזי מחובר ל-3 פאזות, עם 3 מוליכים נדרשים: $(3-1)$ 2 מדי-הספק.

❖ מונה תלת-פאזי מחובר ל-3 פאזות, 4 מוליכים, נדרשים $(4-1)$ 3 מדי-הספק.

מד הספק = אלמנט

Sampling the Voltage and the Current

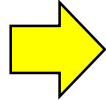


$$P = V * I$$

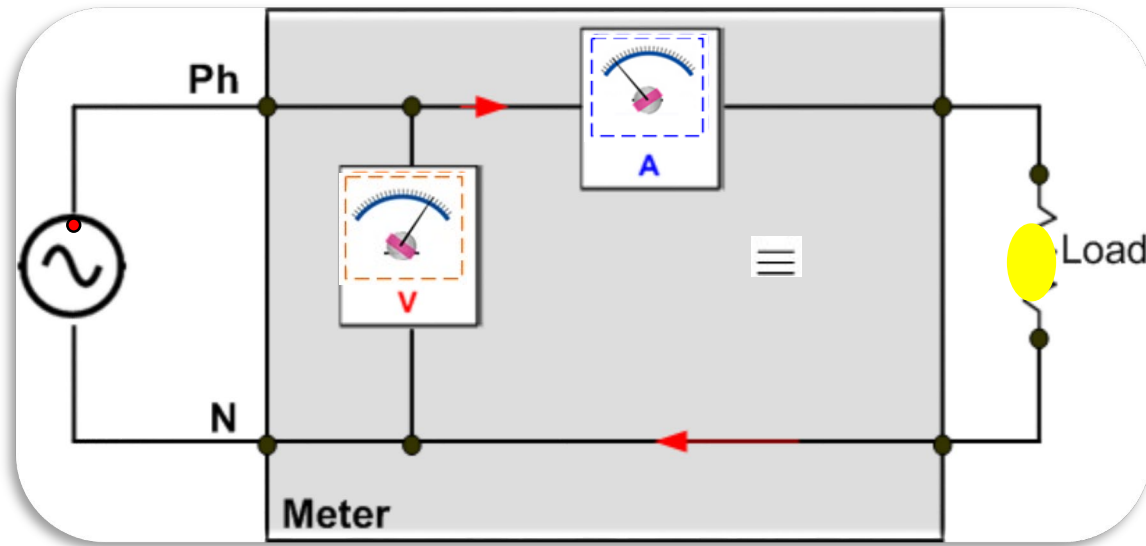
אלמנט אחד

מימוש מונה בלונדל

מד-הספק



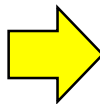
$$\text{Power (P)} = \text{Voltage (V)} * \text{Current (I)}$$



$$P_S = V_S * I_S$$

$$P_M = V_1 * I_1$$

מונה חד פאזי צריך

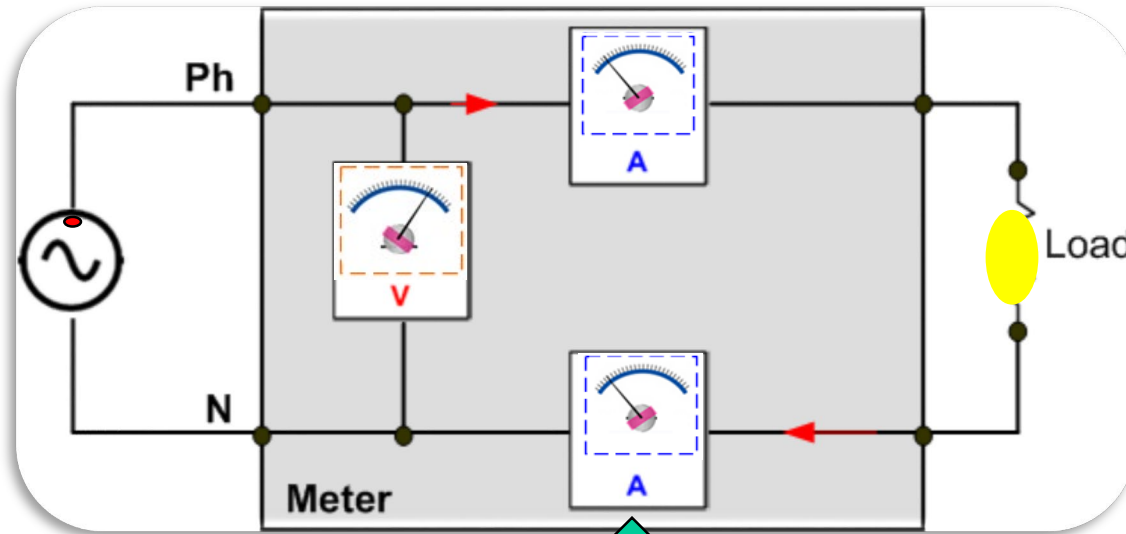


מד-הספק 1 (1 Element)

מד-הספק אֶמֶנט

מונה עם 1.5 אלמנט

זרם במוליך האפס, יש להוסיף מד זרם

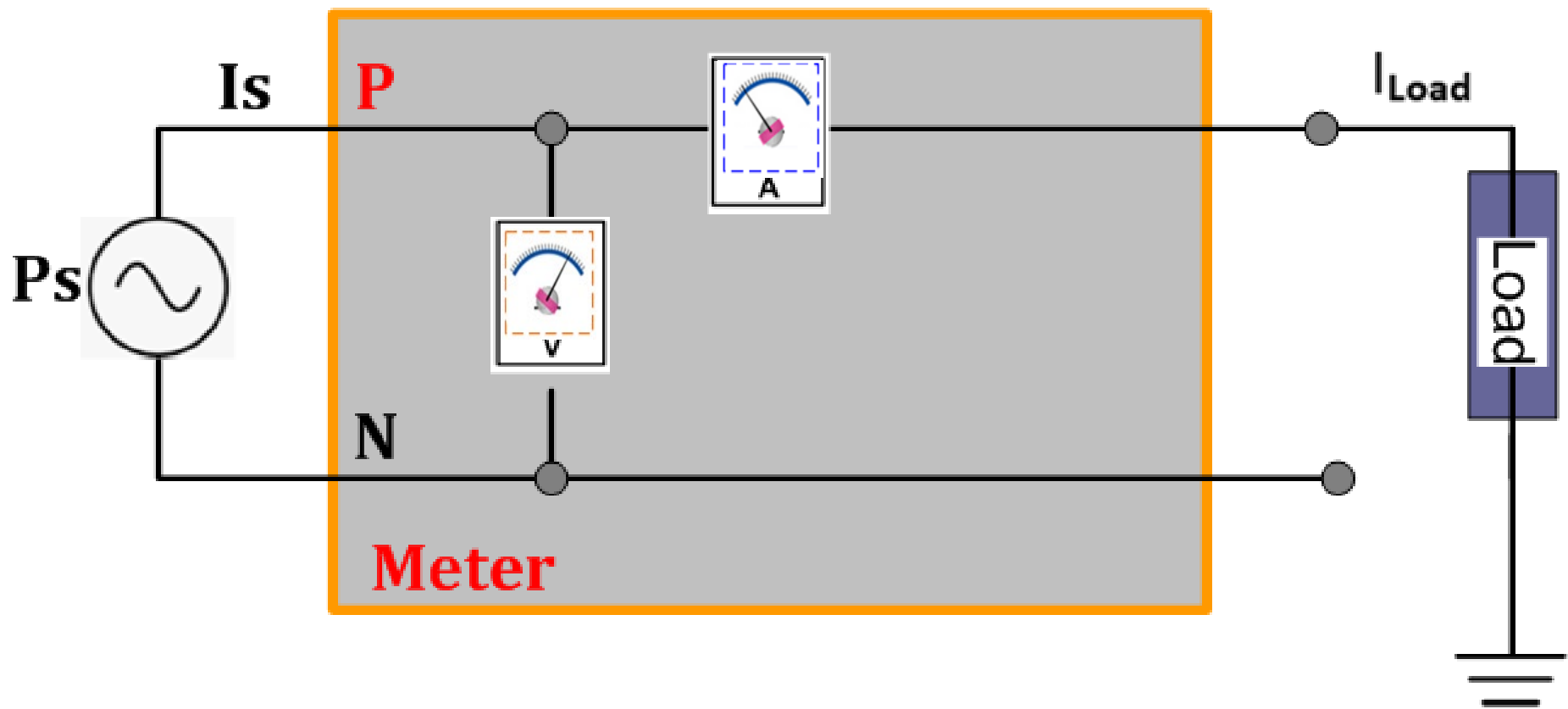


מד זרם על מוליך אפס

1.5 Element



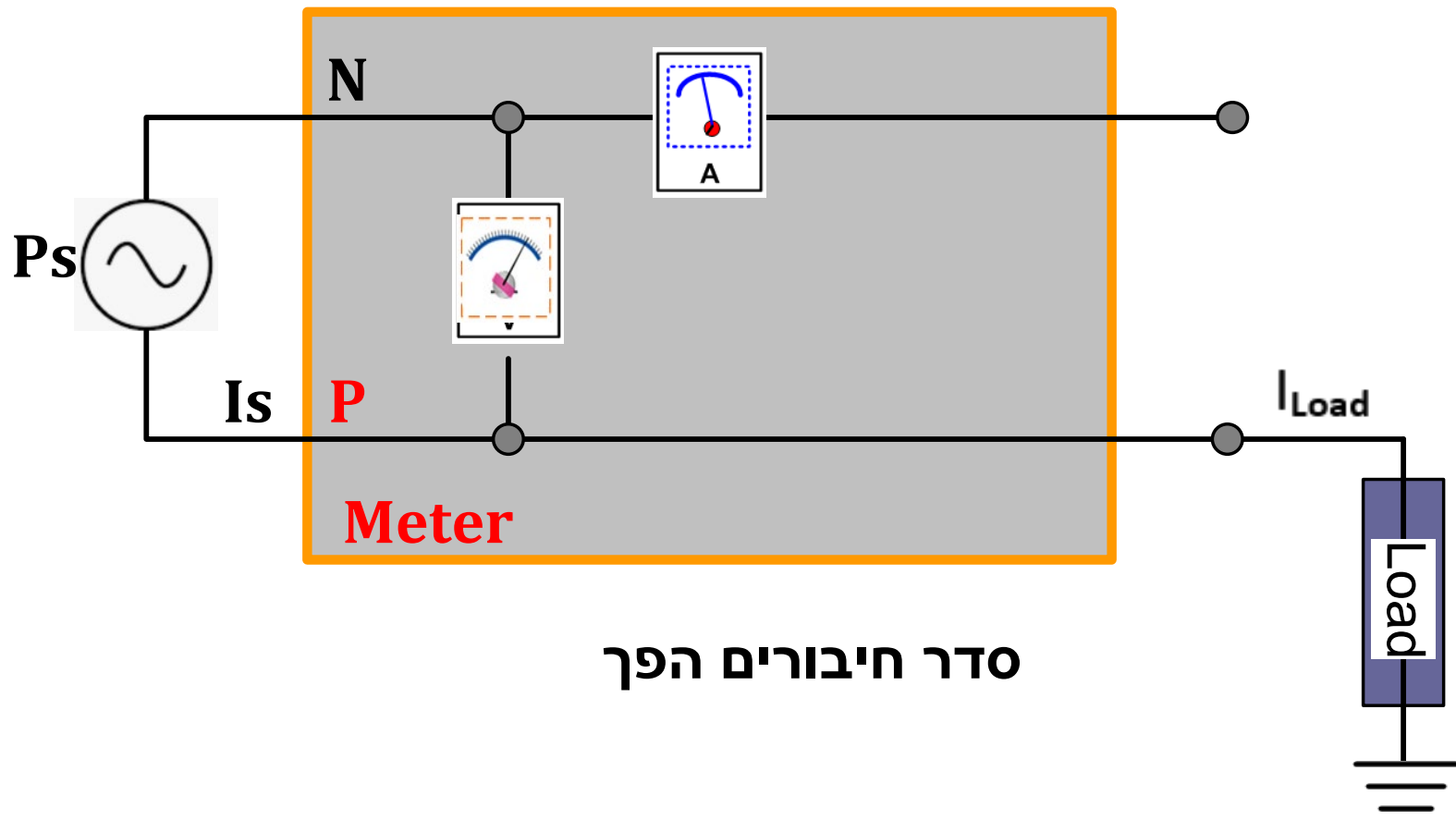
מונה עם אלמנט אחד



© 2016 by LeeTechsys Ltd.

- ❖ ניסיון גניבה, ניתוק של מוליך אפס עומס מוארק
- ❖ אין גניבה
- ❖ מונה מסוג זה, לא יכול לקבל החלטה

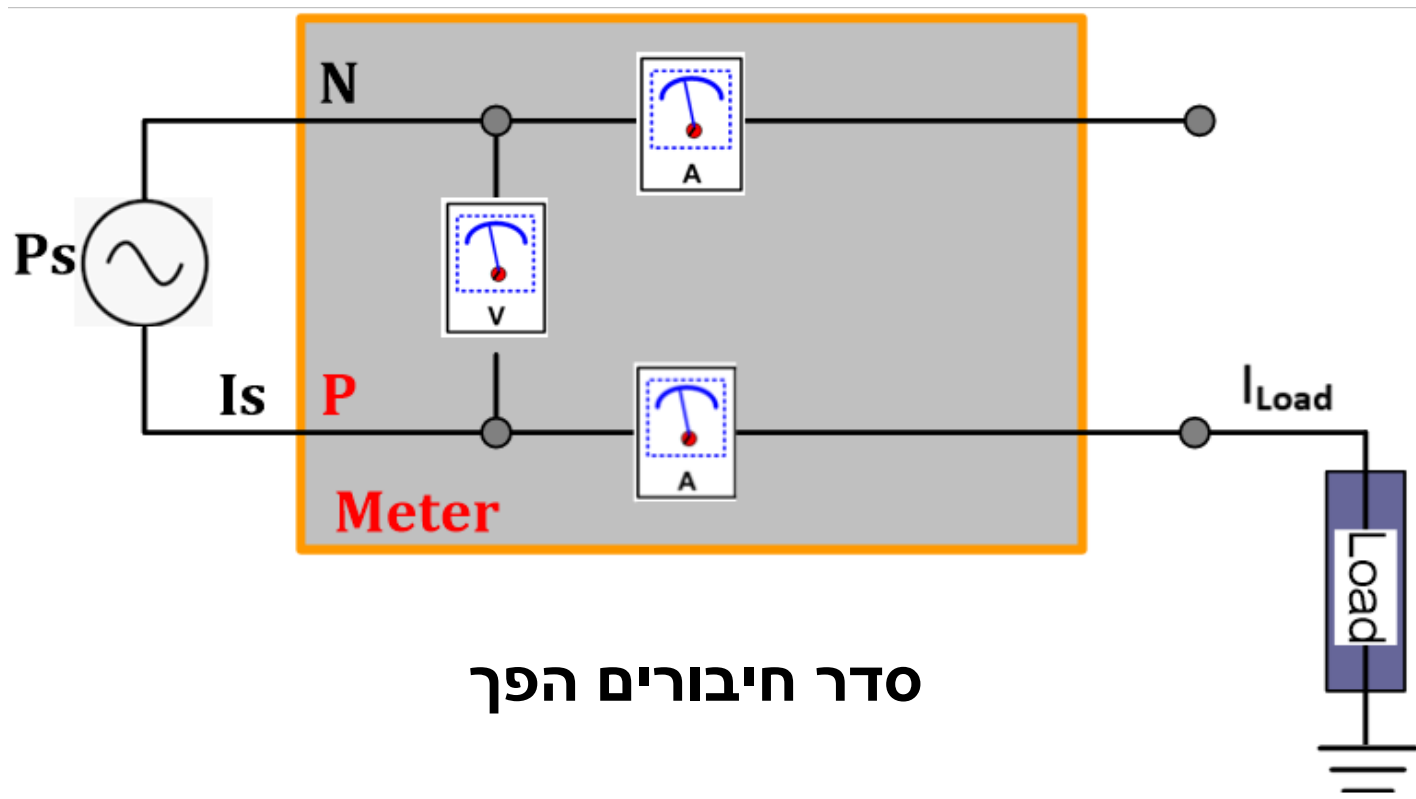
מונה עם אלמנט אחד



סדר חיבורים הפך

- ❖ ניסיון גניבה, חיבור הפוך עם עומס מוארק
- ❖ גניבה מלאה
- ❖ מונה מסוג זה, לא יכול לקבל החלטה

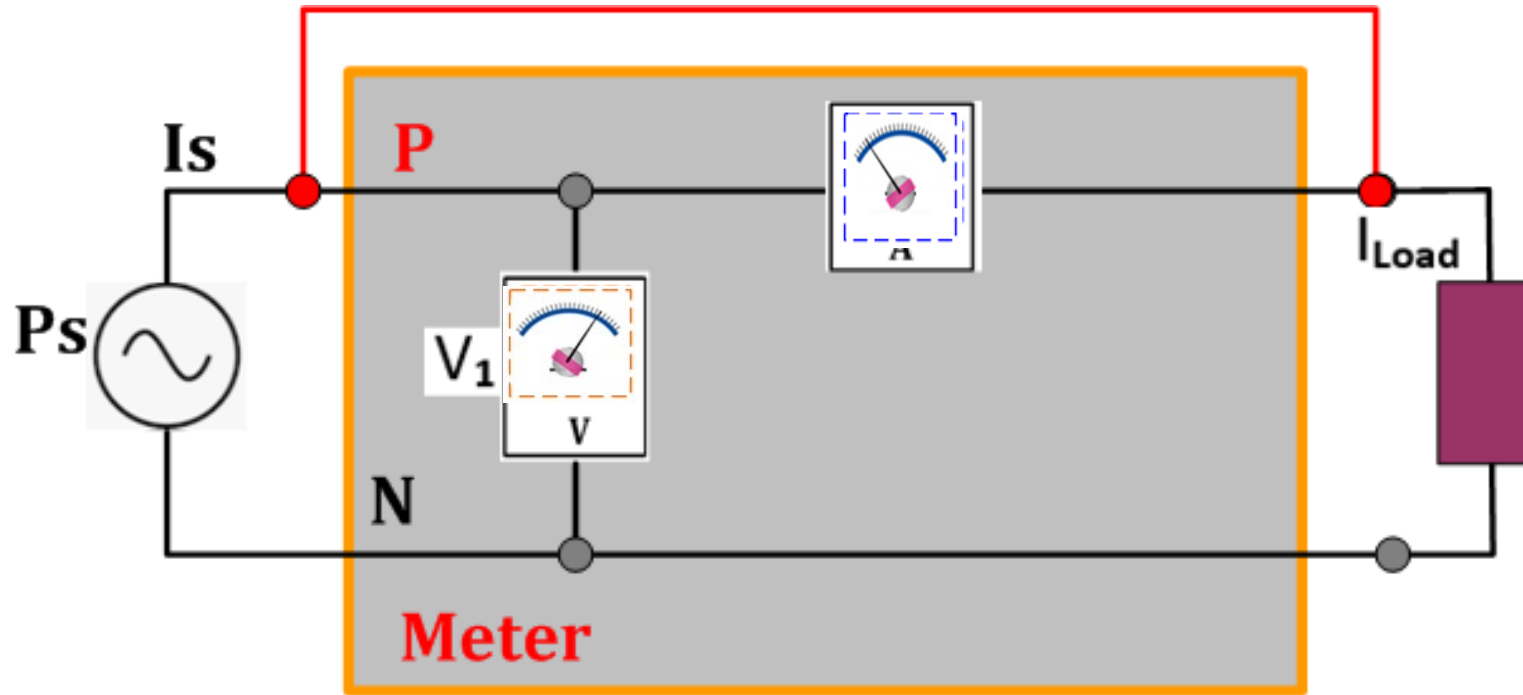
מונה עם 1.5 אלמנט מד זרם על מוליך האפס



סדר חיבורים הפך

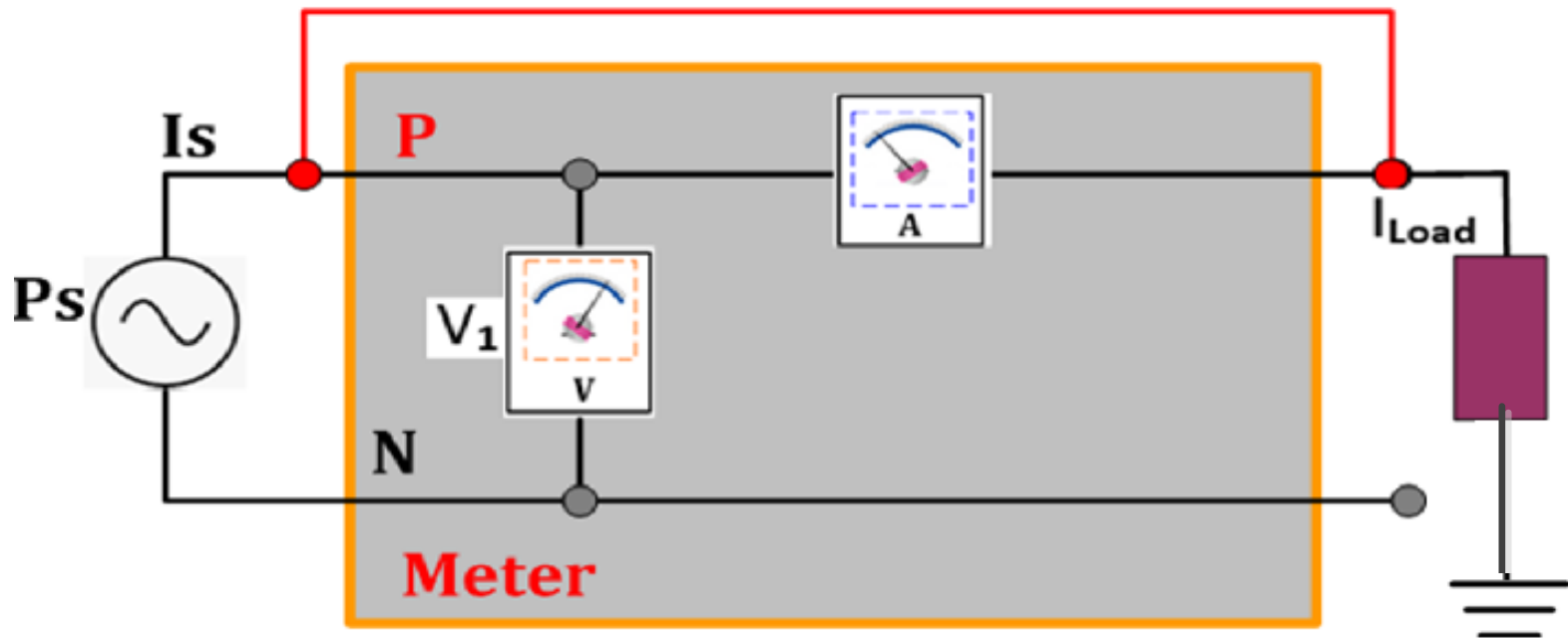
- ❖ ניסיון גניבה, חיבור הפוך עם עומס מוארק
- ❖ אין גנבה
- ❖ מונה מסוג זה, יכול לקבל החלטה

מונה עם אלמנט אחד

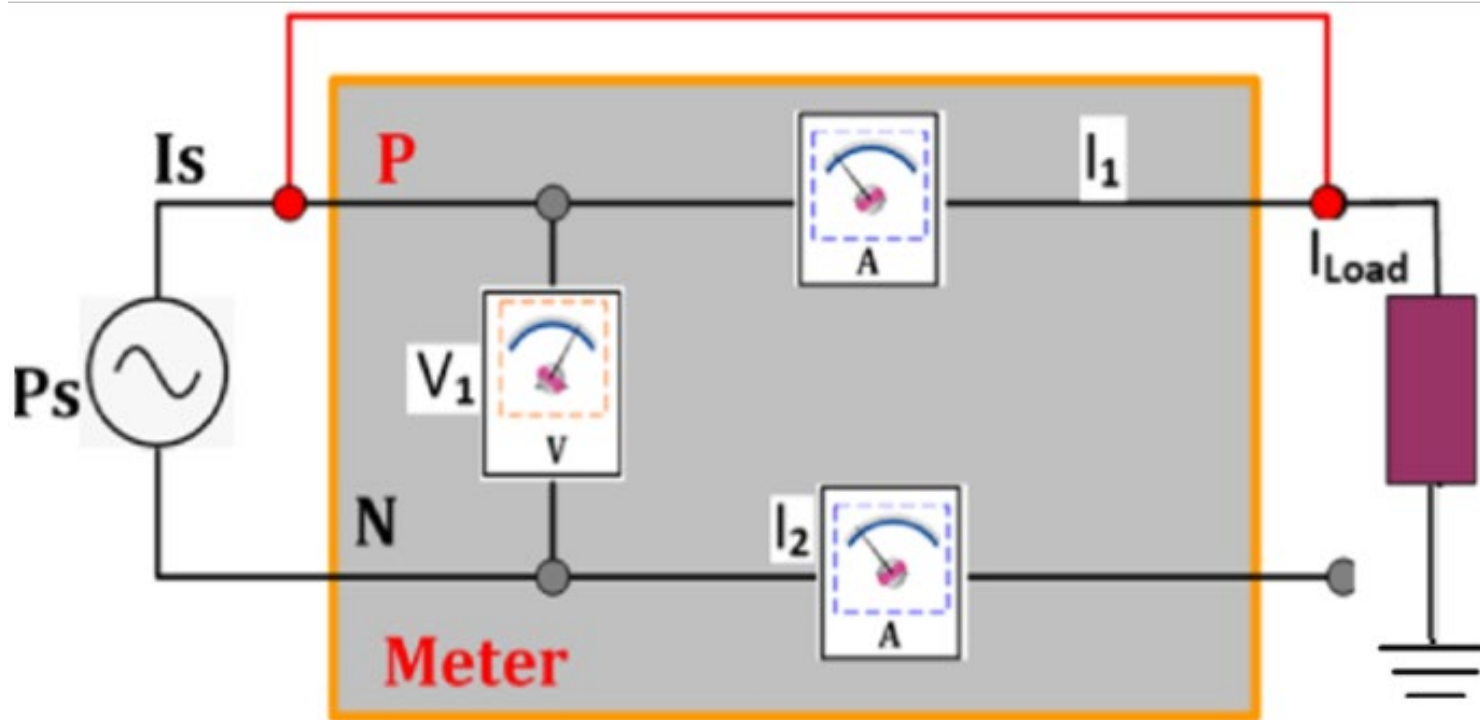


- ❖ ניסיון גניבה, עקיפת חלק ניכר מהזרם
- ❖ גנבת חשמל משמעותית
- ❖ מונה מסוג זה, לא יכול לקבל החלטה

מונה עם אלמנט אחד

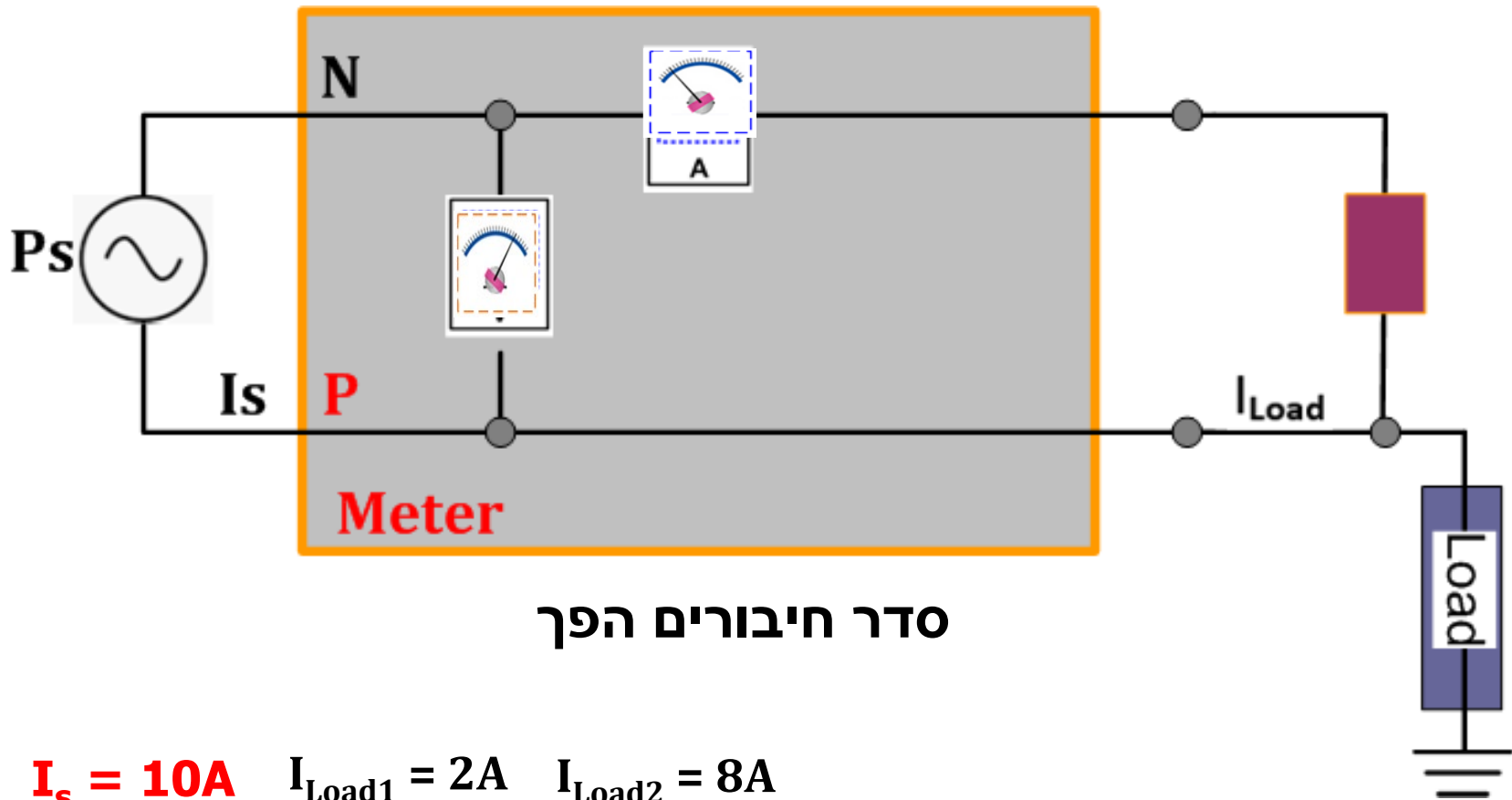


מונה עם 1.5 אלמנט, מד זרם נוסף במוליך האפס



- ❖ ניסיון גנבה, עקיפת חלק ניכר מהזרם
- ❖ יש גניבה
- ❖ מונה מסוג **יכול** לקבל החלטה

מונה עם אלמנט אחד

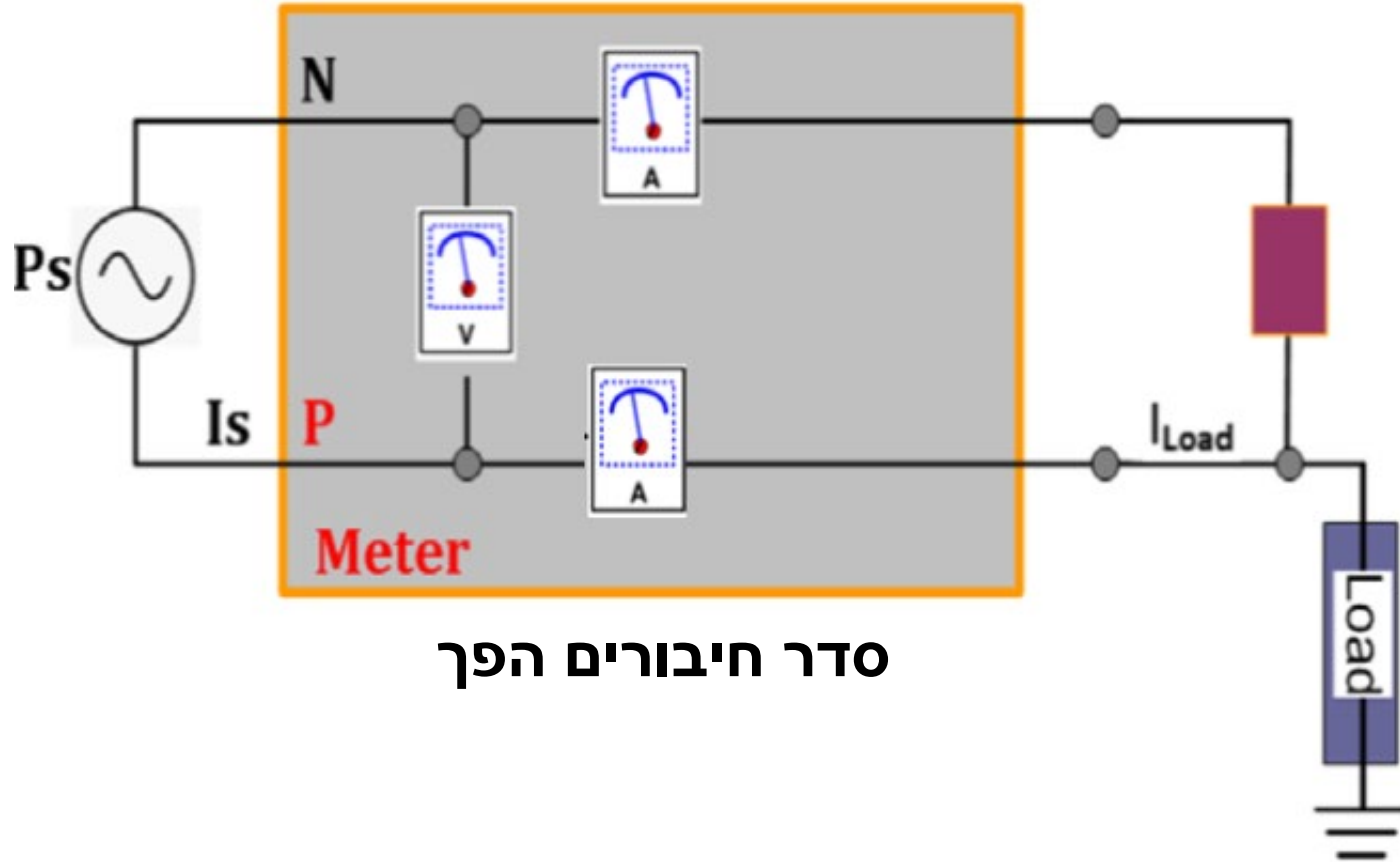


סדר חיבורים הפך

$$I_s = 10A \quad I_{Load1} = 2A \quad I_{Load2} = 8A$$

- ❖ ניסיון גניבה, חיבור הפוך עם עומס חלקי מוארק
- ❖ גניבה משמעותית
- ❖ מונה מסוג זה, לא יכול לקבל החלטה

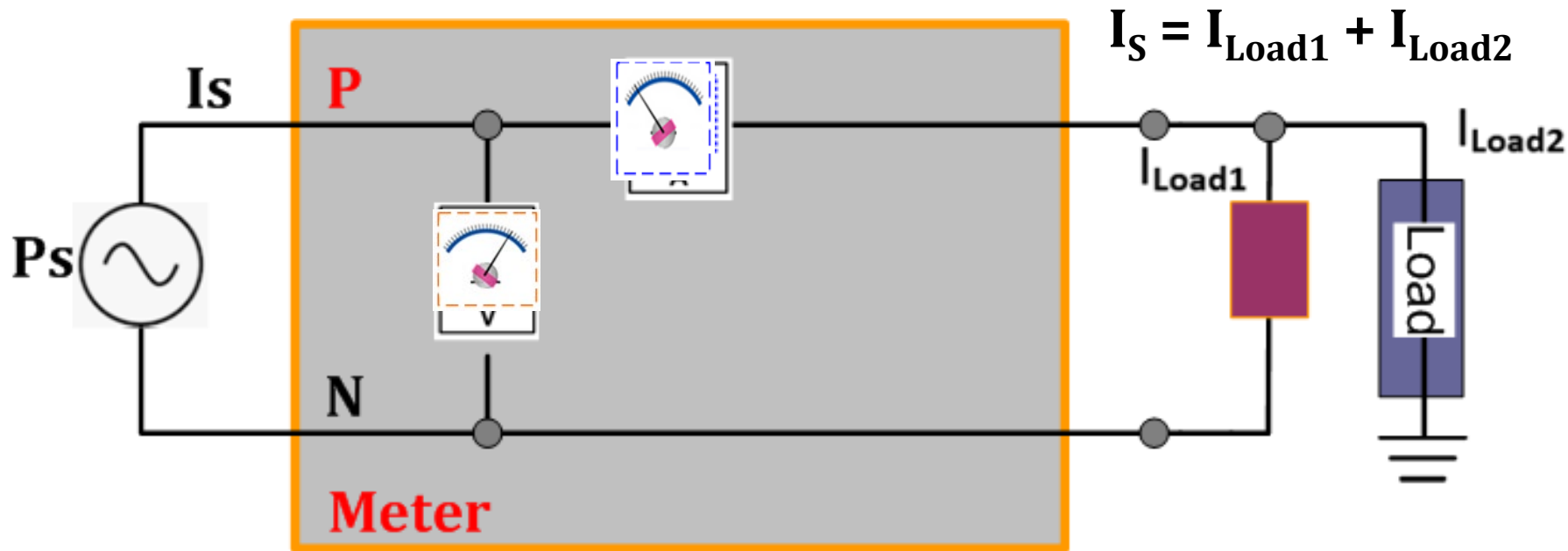
מונה עם 1.5 אלמנט



סדר חיבורים הפך

❖ מונה מסוג זה, יכול לקבל החלטה

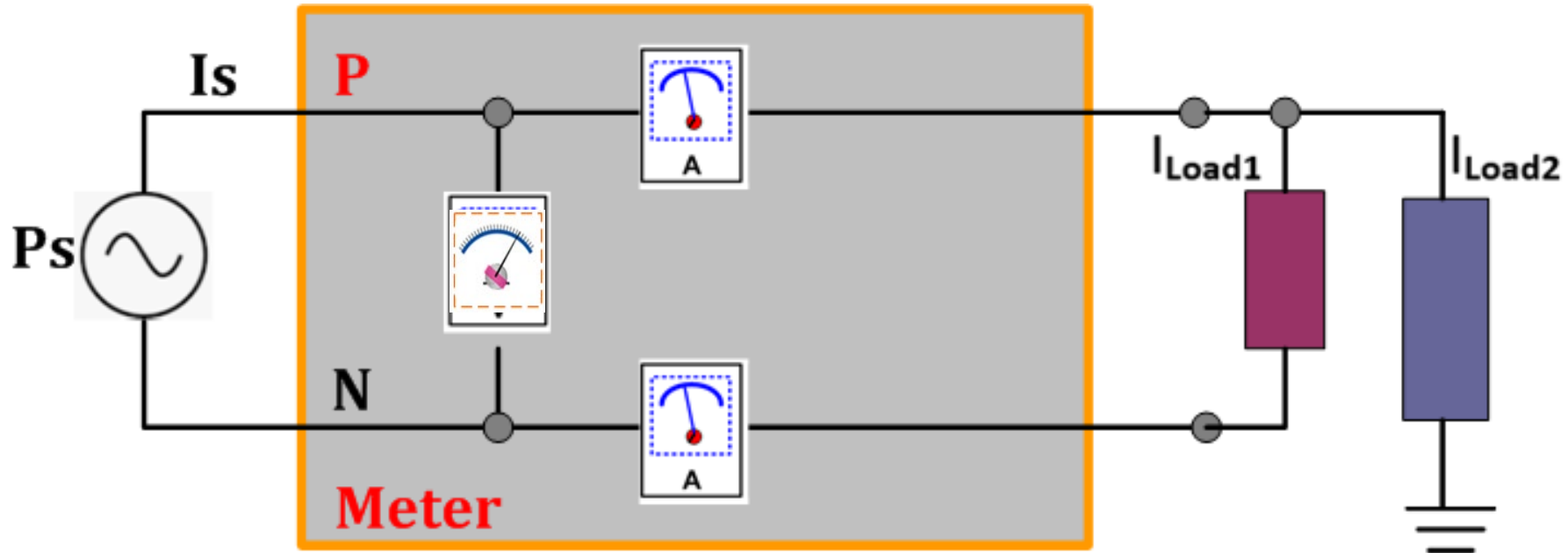
מונה עם אלמנט אחד



$$I_S = 10 \quad I_{Load1} = 2A \quad I_{Load2} = 8A$$

- ❖ ניסיון גניבה, חיבור רגיל עם עומס מאורק חלקית
- ❖ אין גנבה ואין גילוי
- ❖ מונה מסוג זה, לא יכול לקבל החלטה

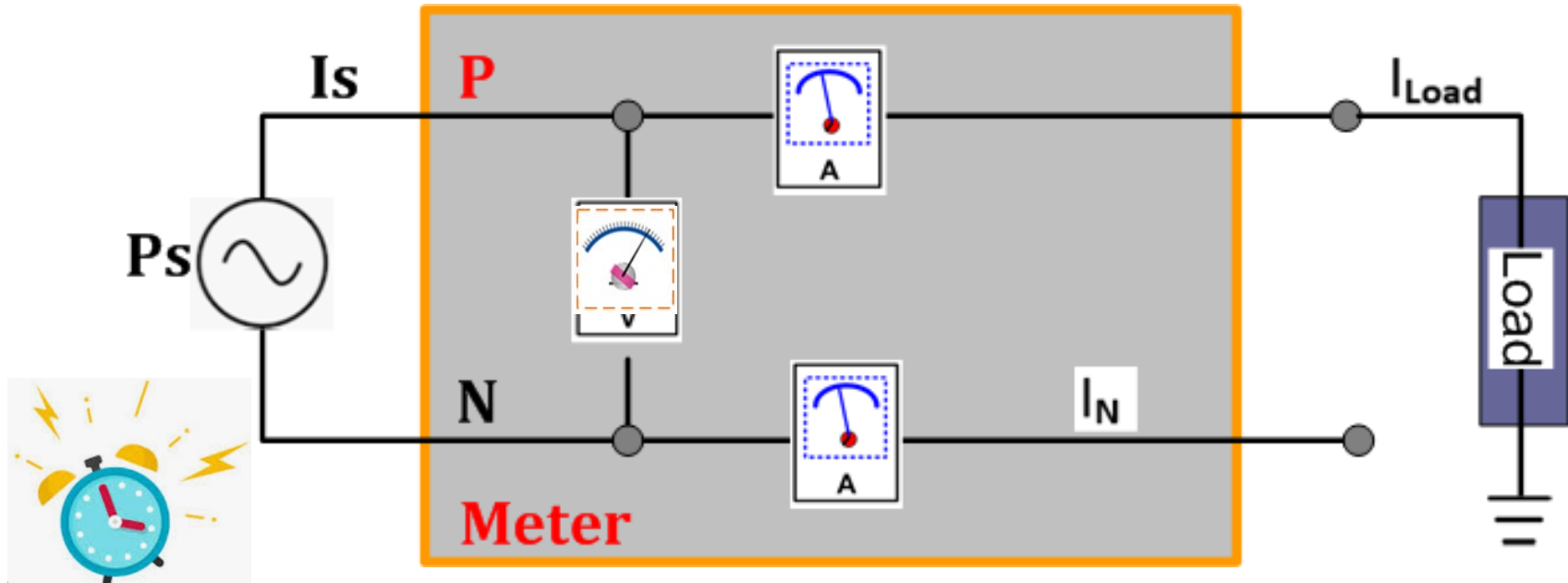
מונה 1.5 אלמנט - מד זרם נוסף במוליך האפס



$$I_S = I_{Load1} + I_{Load2} \rightarrow I_S \neq I_N$$

- ❖ ניסיון הונאה, חיבור הפוך עם עומס מוארק
- ❖ אין גנבה
- ❖ מונה סוג זה יכול לקבל החלטה

מונה עם 1.5 אלמנט - מד זרם נוסף במוליך האפס



$$I_S = I_{Load} \quad I_N = 0 \quad \rightarrow \quad I_S = I_{Load} \neq I_N$$

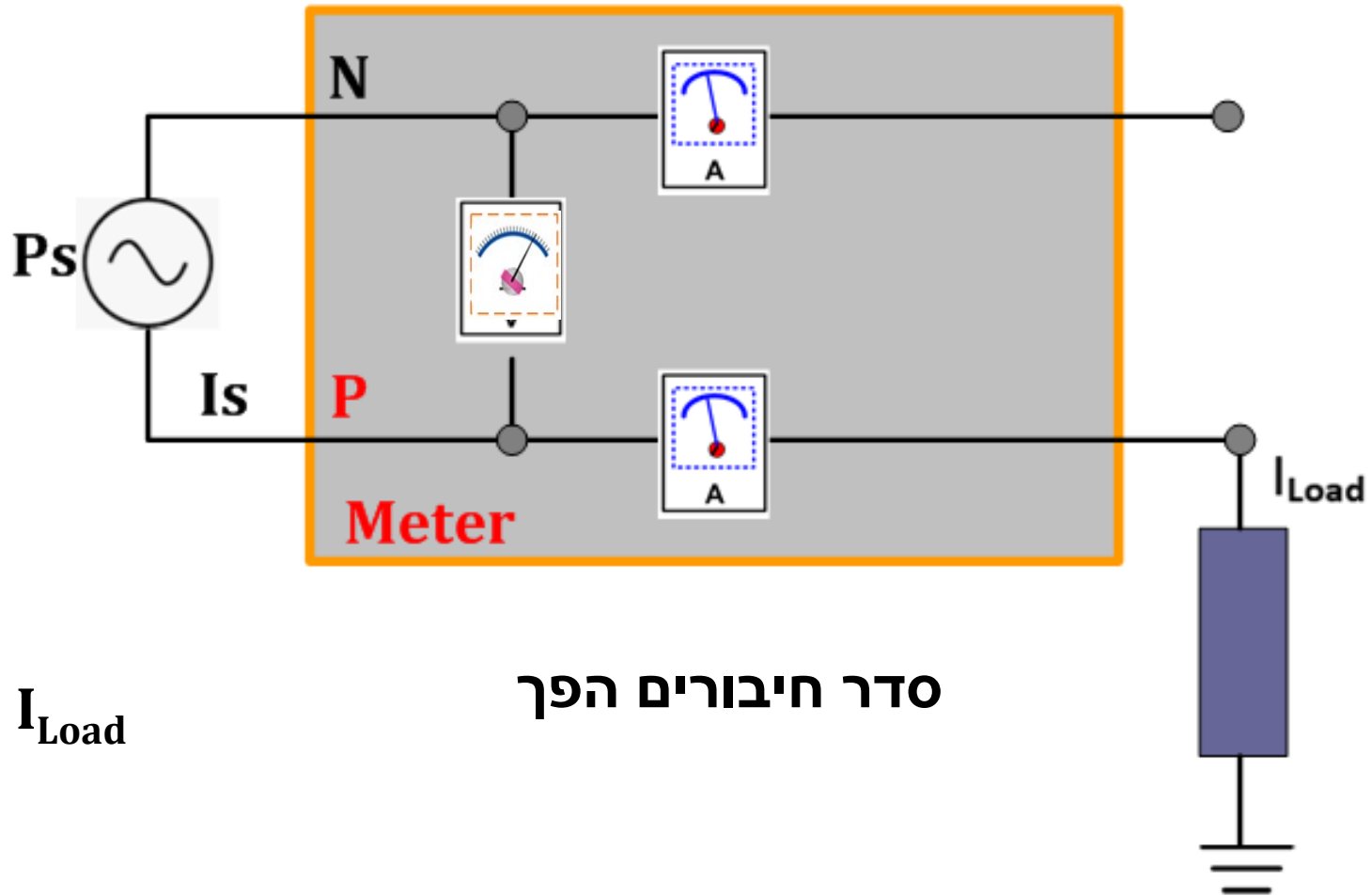
$$P_S = V_S * I_S \quad P_M = V_1 * I_1 \quad \text{or} \quad P_M = -V_1 * I_2 \quad I_1 \neq I_2$$

❖ ניסיון גנבה, חיבור רגיל עם עומס מוארק

❖ אין גנבה

❖ מונה מהסוג הזה יכול לקבל החלטה

אלמנט 1.5 - מד זרם נוסף במוליך האפס

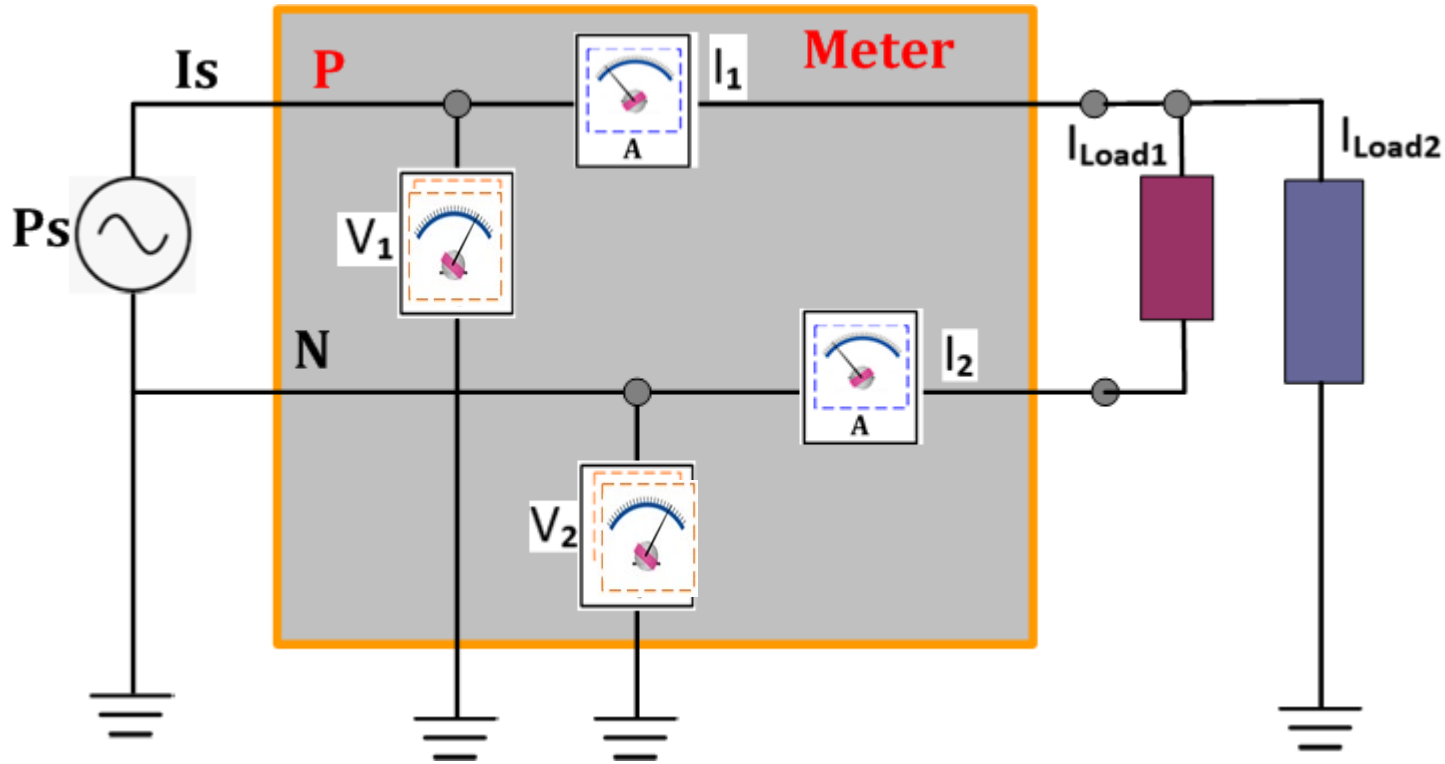


$$I_s = I_{Load}$$

סדר חיבורים הפך

- ❖ ניסיון גנבה, חיבור הפוך עם עומס מוארק
- ❖ אין גנבה
- ❖ מונה מסוג זה, יכול לקבל החלטה

מונה עם 2 אלמנטים - 3w, מדי זרם ומתח נוסף



$$P_S = V_S * I_S = 230 * 10 = 2300 \text{ W}$$

$$P_M = V_1 * I_1 + V_2 * I_2 = 230 * 10 + 0 * (I_2) = 2300 \text{ W}$$

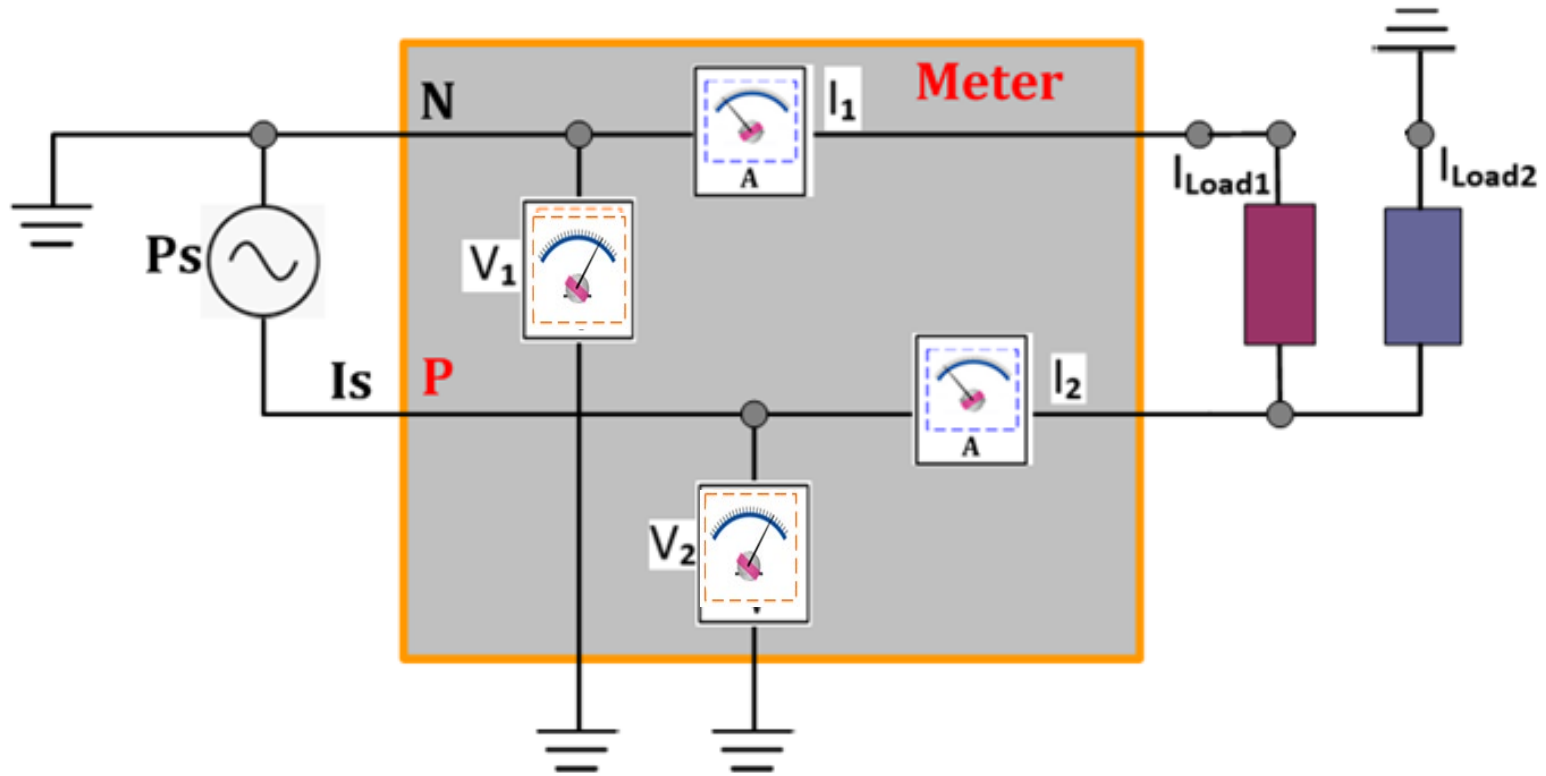
❖ ניסיון גנבה, חיבור רגיל עם עומס חלקי מוארק

❖ אין גנבה

❖ מונה מסוג זה יכול לקבל החלטה

מונה 2 אלמנטים, w_3 מדי זרם ומתח נוסף על מוליך

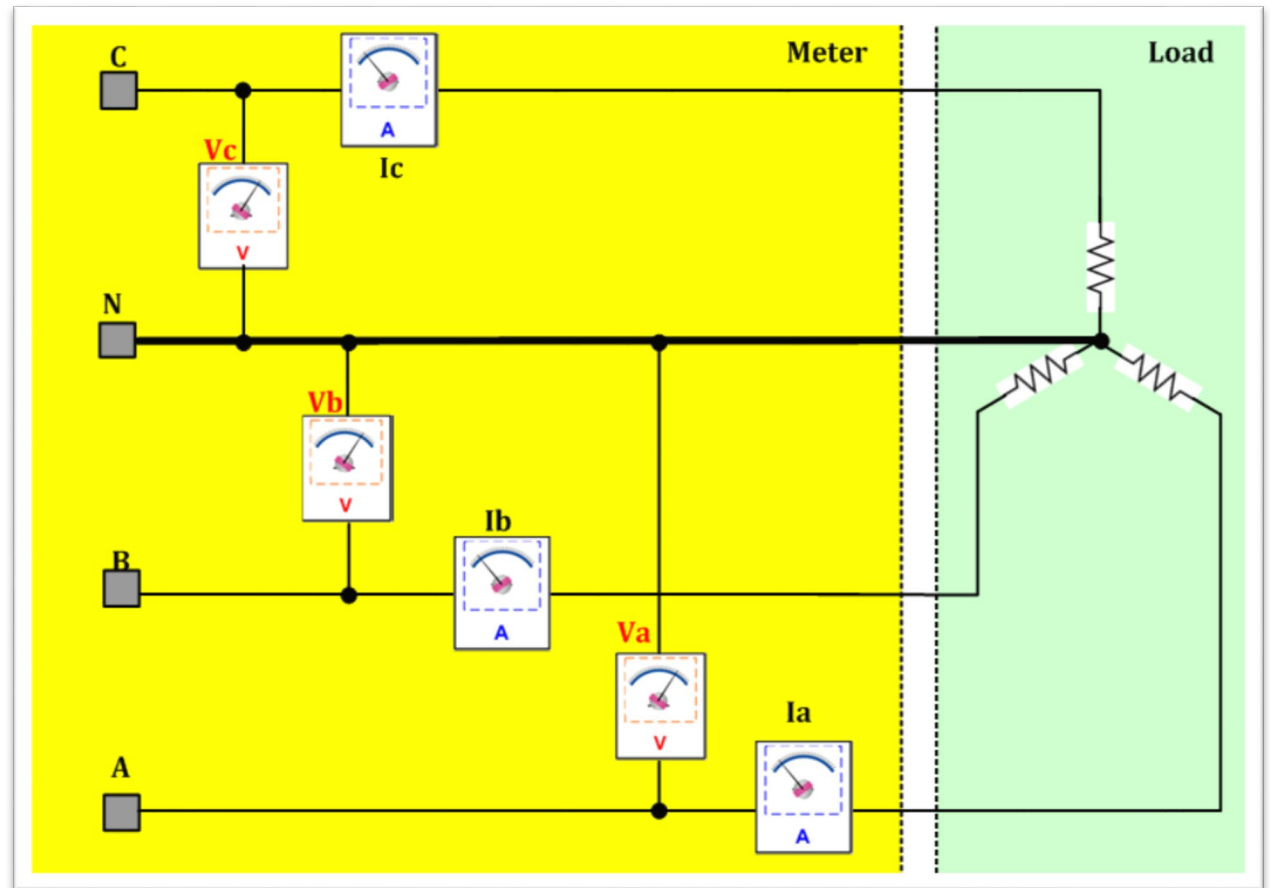
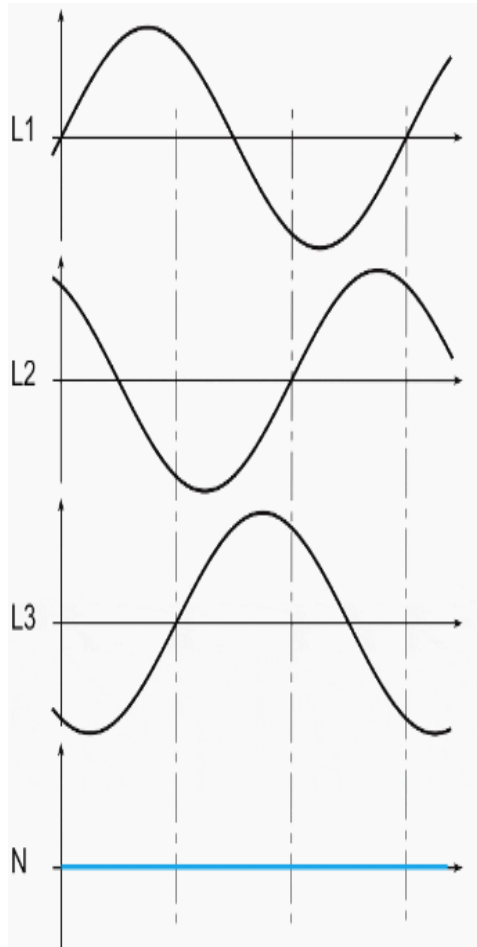
ארקה



סדר חיבורים הפך

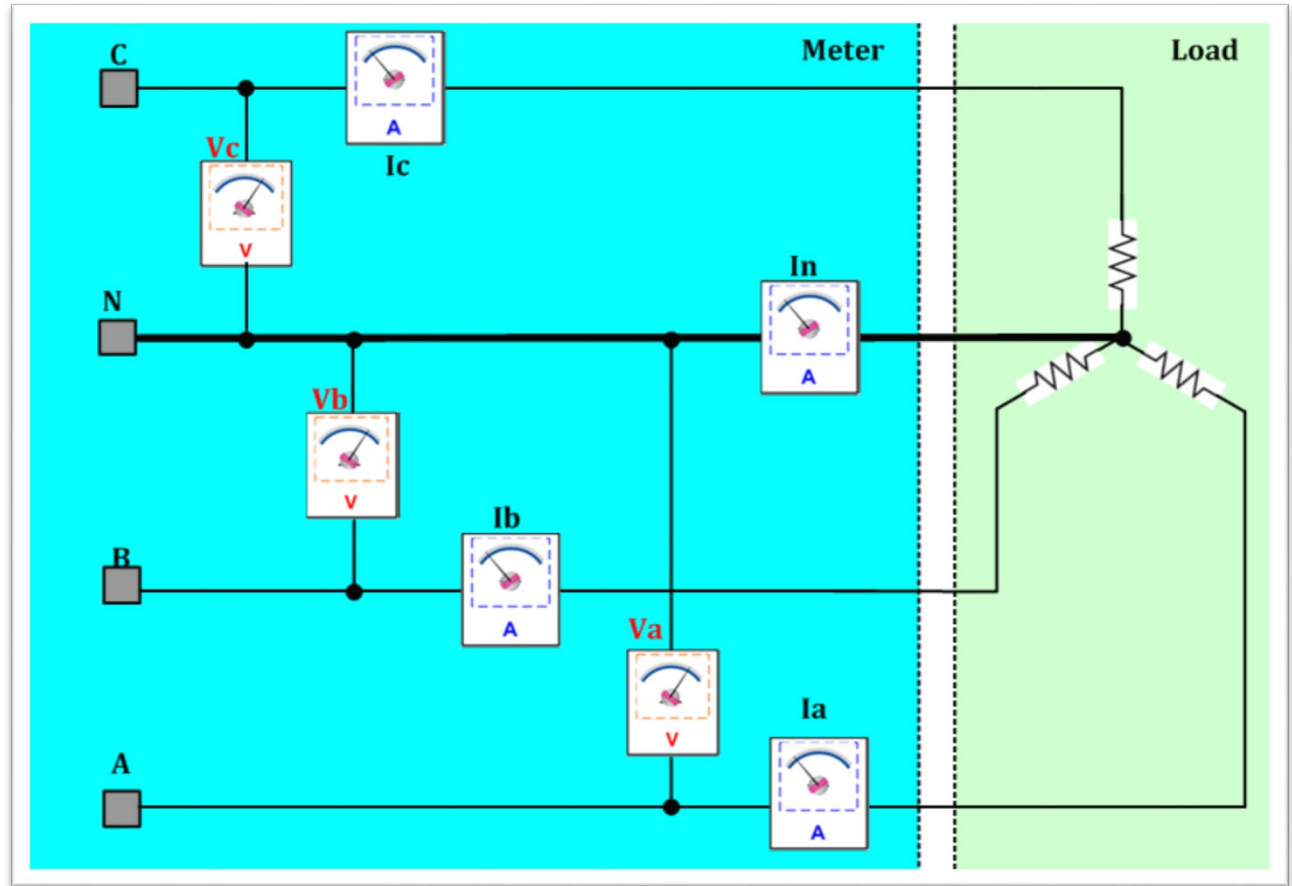
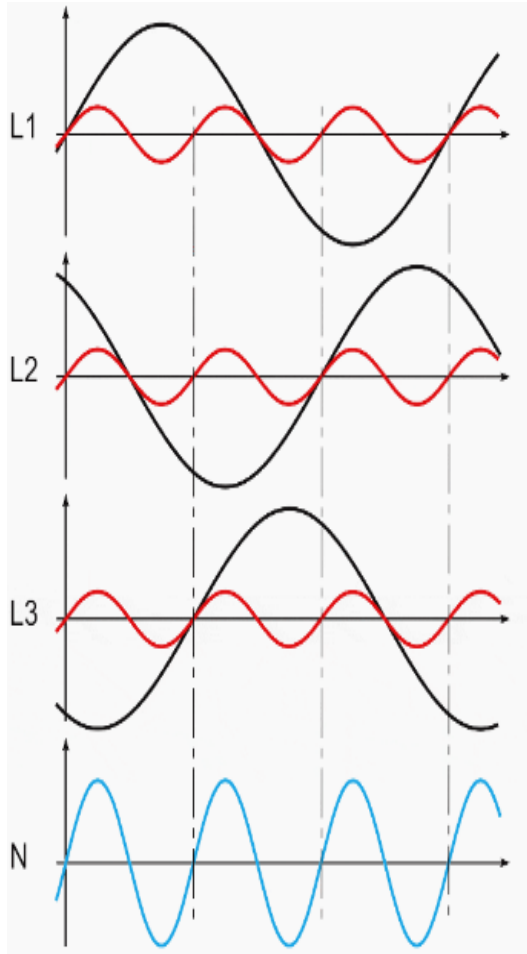
- ❖ ניסיון גנבה, חיבור הפוך עם עומס חלקי מוארק
- ❖ אין גנבה
- ❖ מונה מסוג זה יכול לקבל החלטה

מערכת 3 פאזית (4 חוטים) מאוזנת



$$i_N = i_A + i_B + i_C$$

מה מיוחד בהרמוניה ה 3



The harmonic in phases added together in the Neutral

תודה על ההקשבה



© 2016 by LeeTechsys Ltd.