

קבוצות חיבורים בשנאי הספק

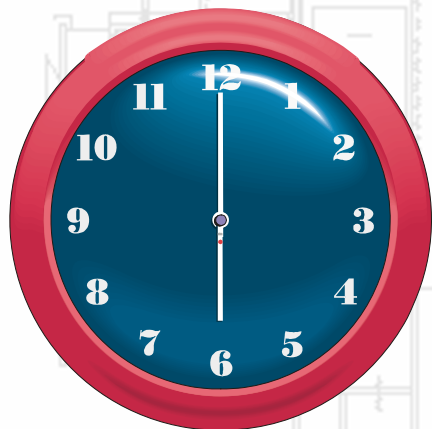
כתיבה ועריכה:  
סגל אריאל

## קבוצות חיבורים בשנאי

- סלילים של שנאים ניתן לחבר ב-3 צורות חיבור: כוכב, משולש וזיגזג.
- חיבור כוכב מסמנים באמצעות האות Y (גדולה) כשהחיבור בצד הראשוני ו-y (קטנה) כשהחיבור בצד המשני.
- חיבור משולש מסמנים באמצעות האות D (גדולה) כשהחיבור בצד הראשוני ו-d (קטנה) כשהחיבור בצד המשני.
- חיבור זיג-זג מסמנים באמצעות האות Z (גדולה) כשהחיבור בצד הראשוני ו-z (קטנה) כשהחיבור בצד המשני. לא קיימים שנאי הספק בעלי חיבור זיג-זג בצד ראשוני. קיימים התקנים המכילים סליל בחיבור זיג-זג כמו שנאי הארקה (אותם נכיר בהמשך).
- קבוצת חיבורים או באנגלית Vector group, מתארת את אופן חיבור הצד הראשוני בשנאי, את אופן חיבור הצד המשני בשנאי ואת מידת הזזת המופע בניהם.

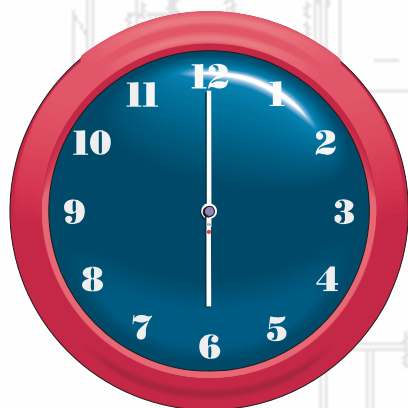
## קבוצות חיבורים בשנאי

- נהוג לסמן את הפרש המופע בין המתחים המושרים באמצעות מחוגים (מחוג השעה ומחוג הדקות), הנמצאים כביכול בשעון מחוגים.
- המחוג של הליפוף הראשוני מופנה תמיד כלפי השעה 12 (מחוג הדקות) ומחוג המתח המשני (כלומר מחוג השעות) נמצא בשעה שלמה.
- הפרש המתחים המושרים נקבע אפוא ע"י הוראת שעון דמיוני זה.
- מבטאים את הפרש במופע ע"י שעה שלמה.



## קבוצות חיבורים בשנאי

- כשהפרש המופע בין המתחים המושרים הוא  $0^\circ$  מורים המחוגים את השעה 12. לכן נאמר כי שנאי זה שייך לקבוצת חיבורים 0.
- כשהפרש המופע בין המתחים המושרים הוא  $180^\circ$  מורים המחוגים את השעה 6. לכן נאמר כי שנאי זה שייך לקבוצת חיבורים 6.

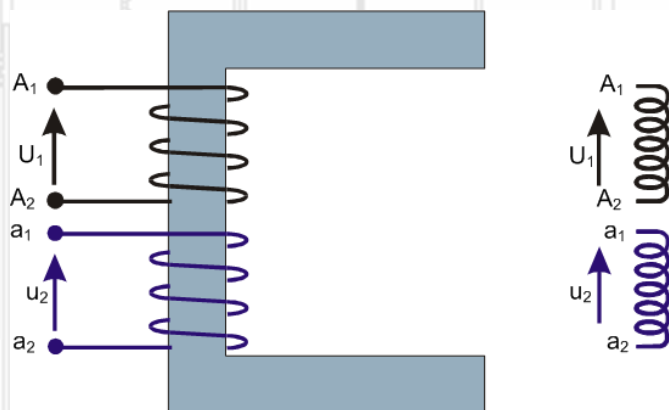


## קבוצות חיבורים בשנאי

- נניח (כל עוד לא נאמר אחרת) כי הסליל הראשוני והסליל המשני מלופפים באותו כוון ביחס לגרעין. לפיכך תהיה קוטביות המתח המושרה באותו כוון בצד הראשוני והמשני.
- נגדיר את סלילי צד המתח "**הגבוה יותר**" באותיות גדולות (A,B,C)
- את סלילי צד המתח "**הנמוך יותר**" באותיות קטנות (a,b,c).
- התחלת סלילים מסומנת ע"י הספרה 1 (למשל  $A_1$ ).
- סיום סלילים מסומן ע"י הספרה 2 (למשל  $A_2$ ).
- נקודת האפס של סליל צד המתח "**הגבוה יותר**" בחיבור כוכב מסומנת ע"י N.
- נקודת האפס של סליל צד המתח "**הנמוך יותר**" בחיבור כוכב מסומנת ע"י n.

## קבוצות חיבורים בשנאי

- כששני הסלילים מלופפים באותו כוון ביחס לגרעין מושרים 2 המתחים ע"י אותו שטף. לכן, אם קוטביות המתח המושרה בנקודה  $A_1$  חיובית ברגע מסוים ביחס לנקודה  $A_2$ , תהיה קוטביות המתח המושרה בנקודה  $a_1$  אף היא חיובית באותו רגע ביחס לנקודה  $a_2$ .

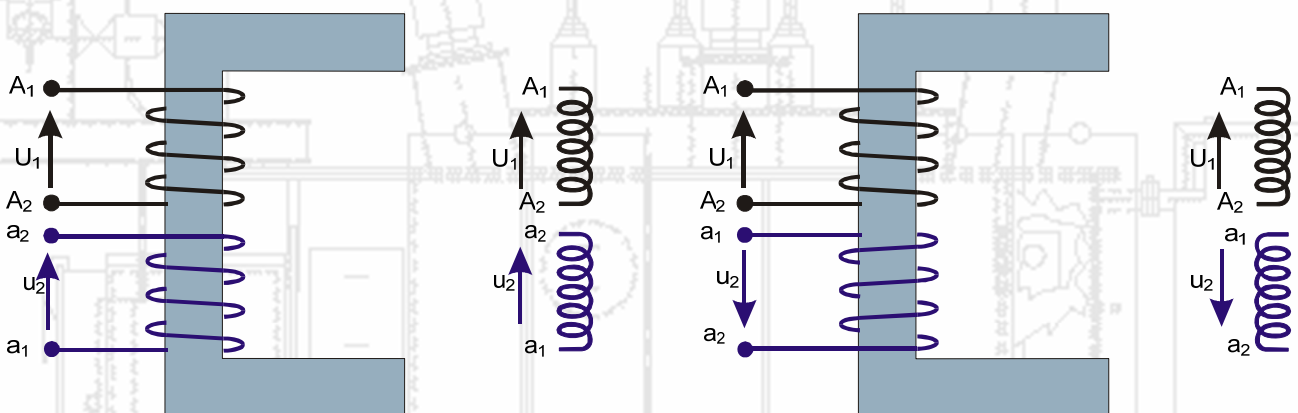


שנאי חד מופעי או סליל יחיד של שנאי חד מופעי

## קבוצות חיבורים בשנאי

- אם נהפוך את כוון הליפוף של אחד הסלילים או שנסמן את ההתחלה והקצה של אחד הסלילים בכוון המנוגד לזה שבסליל האחר, תהייה קטביות המתח המושרה ב- 2 הסלילים מנוגדת.
- כלומר, הפרש המופע בין המתחים יהיה  $180^\circ$ .

## קבוצות חיבורים בשנאי



סימון הפוך של קצות הסלילים בסליל המשני. כוון המתחים המושרים זהה.

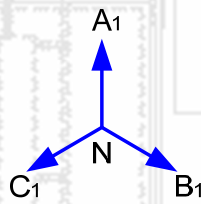
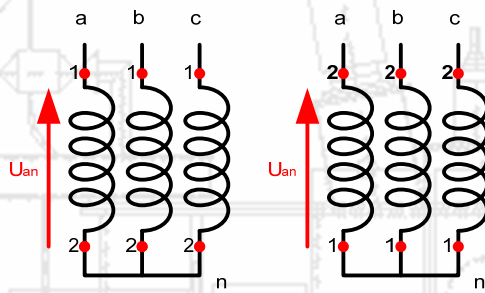
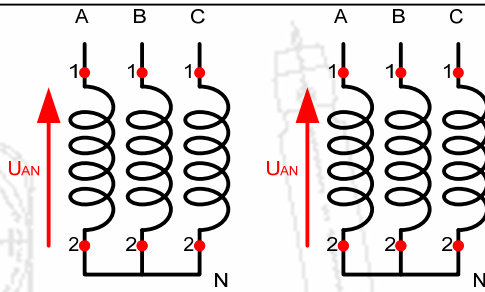
מגמת ליפוף הפוכה בצד המשני. כוון המתחים המושרים הפוך.

## קבוצות חיבורים בשנאי

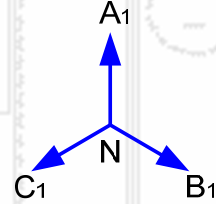
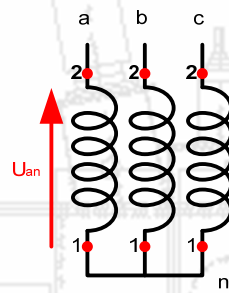
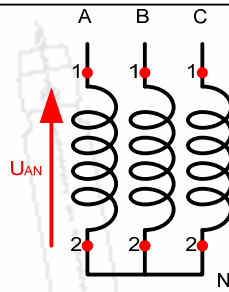
בחיבורי כוכב-כוכב בשנאי תלת

מופעי אפשריים 2 מצבים:

- סלילי הצד המשני מלופפים בכוון זהה לכוון סלילי הראשוני.
- סלילי הצד המשני מלופפים בכוון הפוך לכוון סלילי הראשוני או שסימון ההתחלות והקצוות של אחד הסלילים הפוך.



חיבור  
Y/y 12



חיבור  
Y/y 6

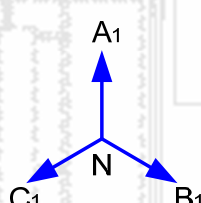
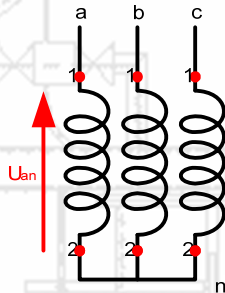
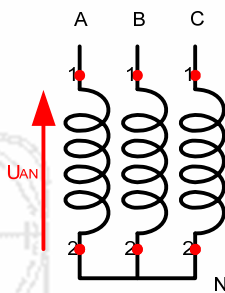
## קבוצות חיבורים בשנאי

דרך אחרת לשרטט

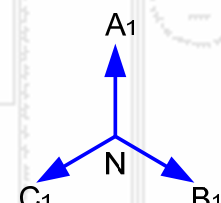
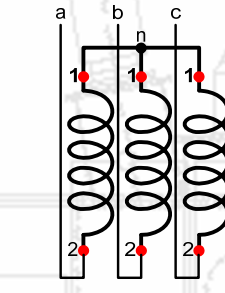
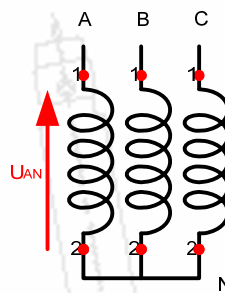
בחיבורי כוכב-כוכב בשנאי תלת

מופעי אפשריים 2 מצבים:

- סלילי הצד המשני מלופפים בכוון זהה לכוון סלילי הראשוני.
- סלילי הצד המשני מלופפים בכוון הפוך לכוון סלילי הראשוני או שסימון ההתחלות והקצוות של אחד הסלילים הפוך.



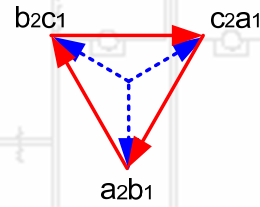
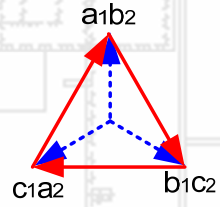
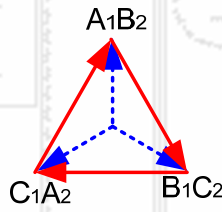
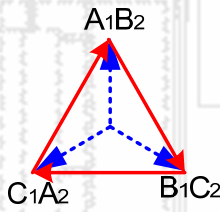
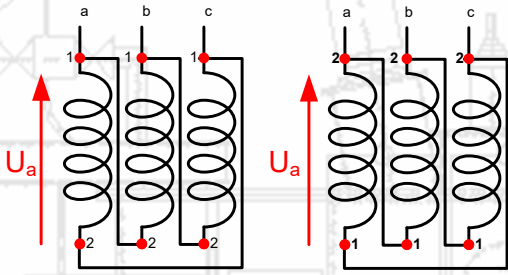
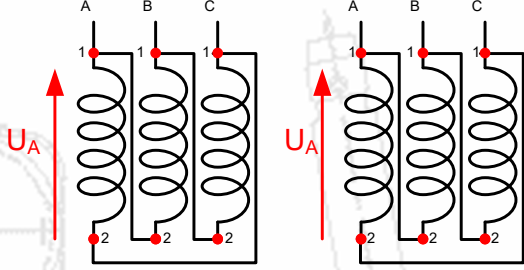
חיבור  
Y/y 12



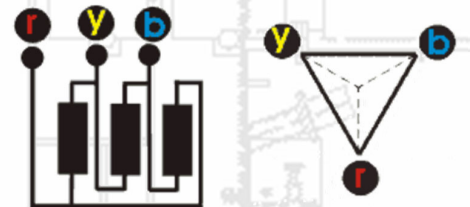
חיבור  
Y/y 6

# קבוצות חיבורים בשנאי

שני סלילי השנאי מחוברים במשולש



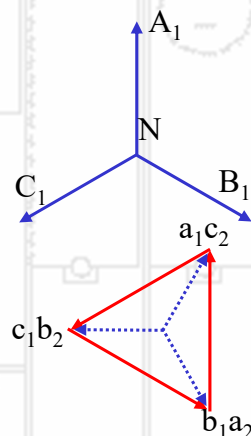
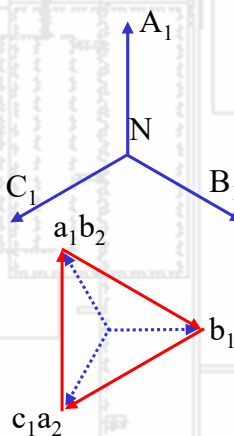
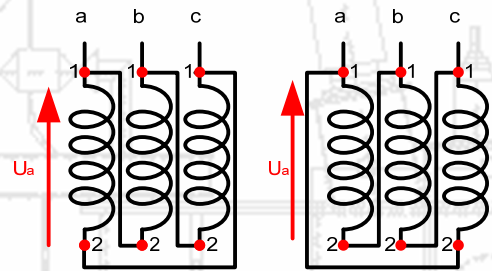
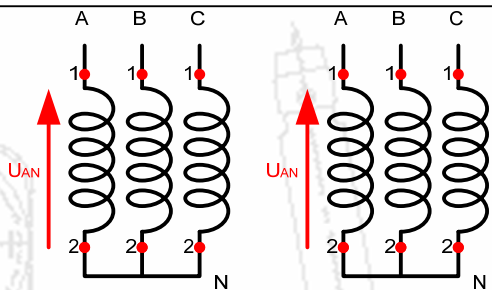
חיבור D/d 0



חיבור D/d 6

# קבוצות חיבורים בשנאי

בחיבורי כוכב-משולש בשנאי תלת מופעי אפשריות 4 קבוצות חיבורים בשל ארבעת מצבי חיבור הצד המשני.



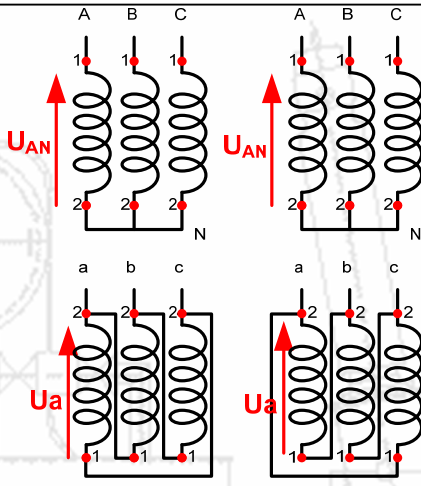
חיבור Y/d 11

חיבור Y/d 1

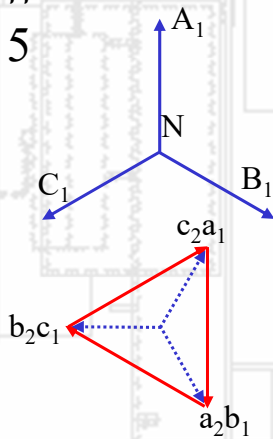
# קבוצות חיבורים

## בשנאי

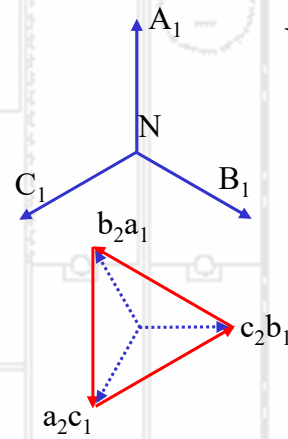
סלילי הראשוני מחוברים בכוכב והמשני במשולש



חיבור Y/d 5



חיבור Y/d 7

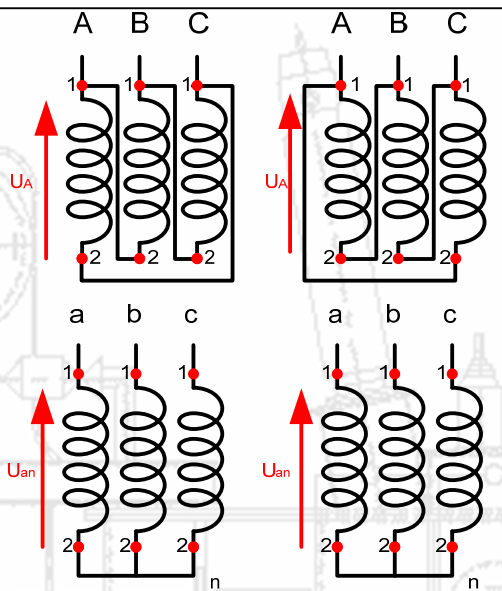


# קבוצות חיבורים

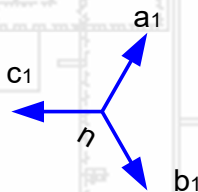
## בשנאי

גם כאשר סלילי הראשוני מחוברים במשולש והמשני בכוכב, אפשריות 4 קבוצות חיבורים.

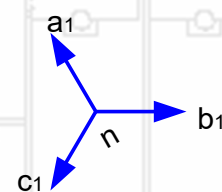
2 אפשרויות החיבור של הצד הראשוני, 2 אפשרויות החיבור של הצד המשני.



חיבור D/yn 1

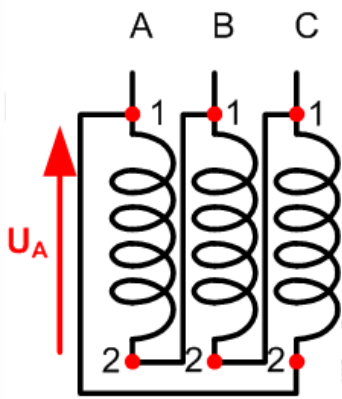


חיבור D/yn 11

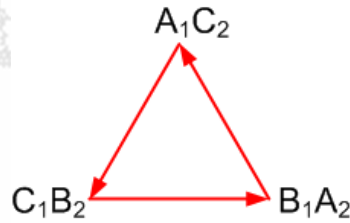


# חיבור Dyn11

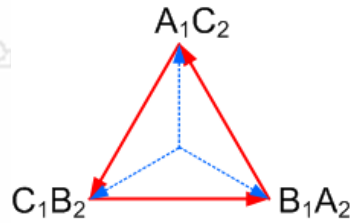
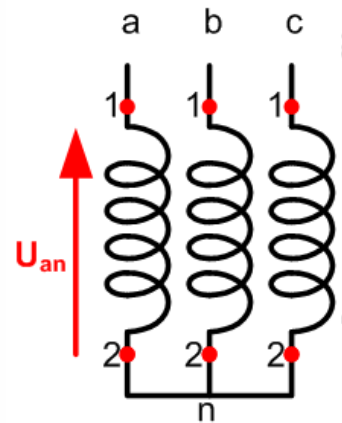
## שלבי בניה:



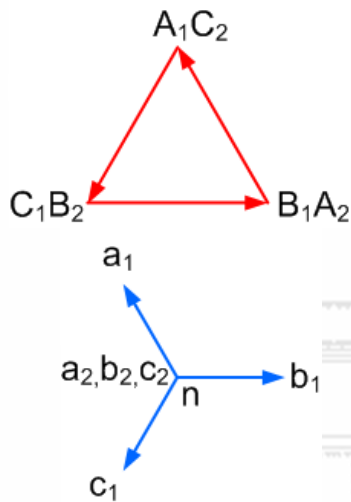
1. משרטטים משולש בסידרה חיובית (נגד כוון השעון) ומקצים עליו את נקודות החיבור.



2. משרטטים בתוך המשולש כוכב.

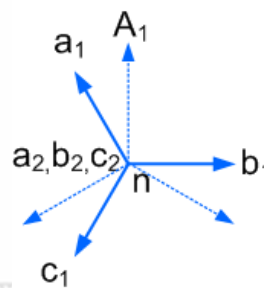
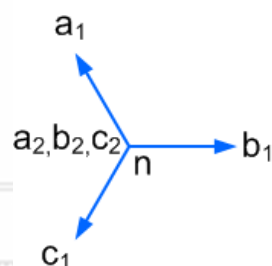
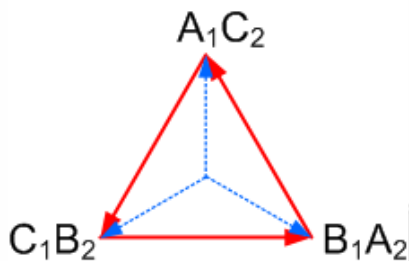


# חיבור Dyn11 - המשך



3. משרטטים כוכב מתחים של הצד המשני שצלעותיו מקבילות למתחים המושרים מהצד הראשוני.  $a_1, a_2$  מקביל ל-  $A_1, A_2$ .  $b_1, b_2$  מקביל ל-  $B_1, B_2$  ו-  $c_1, c_2$  מקביל ל-  $C_1, C_2$ .

4. מניחים את המחוגים הכחולים, זה על זה. הזזת המופע (השעה) נקבעת בין הדקי היציאה ( $A_1$  ו-  $a_1$ ).

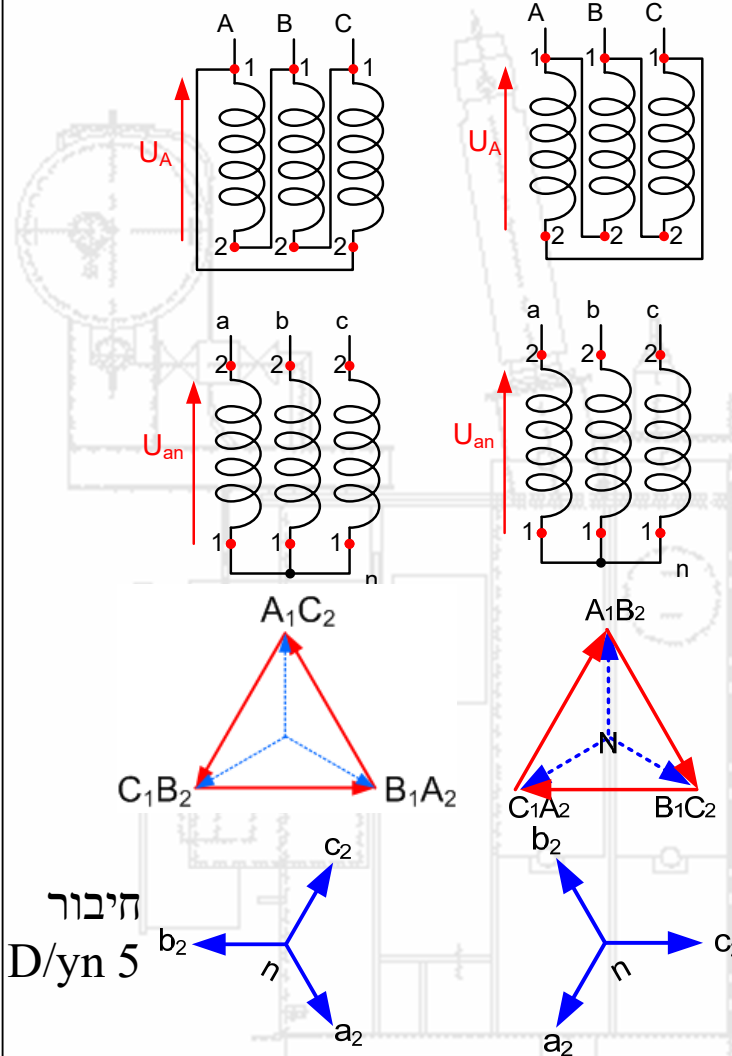


→ Dyn11



# קבוצות חיבורים בשנאי

סלילי הראשוני  
מחוברים במשולש  
והמשני בכוכב



חיבור  
D/yn 5

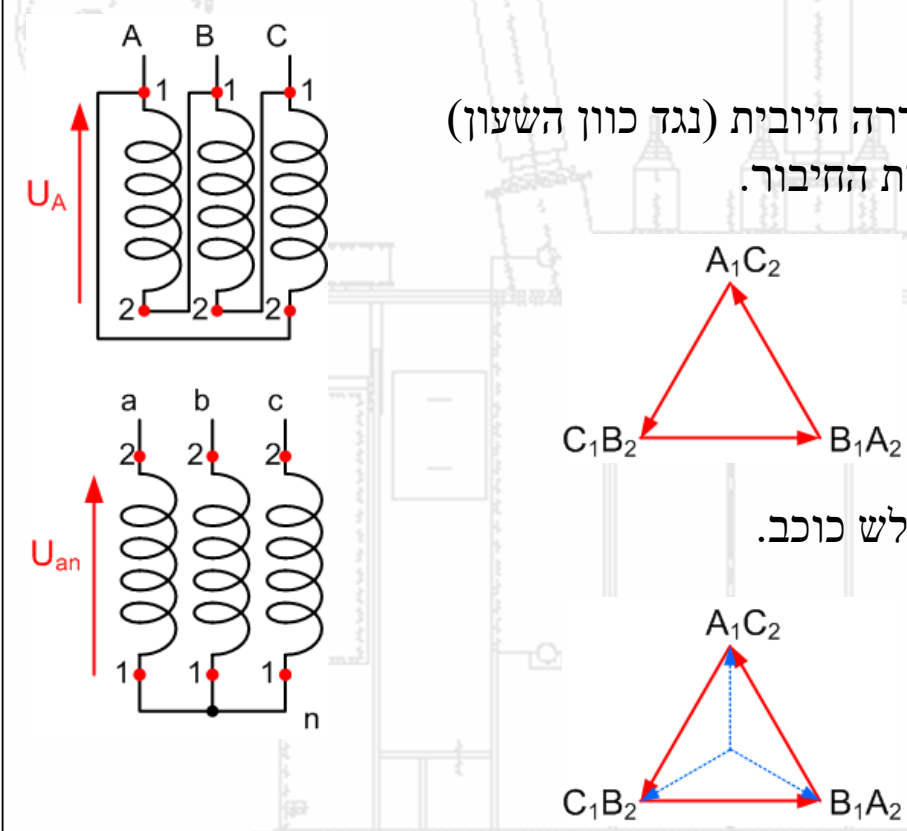
חיבור  
D/yn 7

# חיבור Dyn5

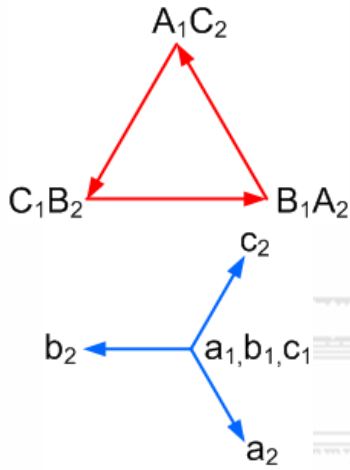
## שלבי בניה:

1. משרטטים משולש בסדרה חיובית (נגד כוון השעון) ומקצים עליו את נקודות החיבור.

2. משרטטים בתוך המשולש כוכב.

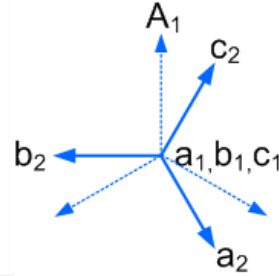
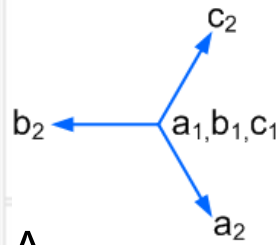
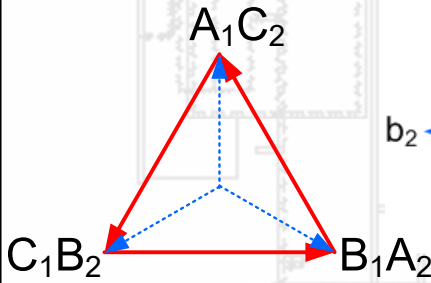


# חיבור Dyn5 - המשך



3. משרטטים כוכב מתחים של הצד המשני שצלעותיו מקבילות והפוכות ב- $180^0$  למתחים המושרים מהצד הראשוני.  $a_1, a_2$  מקביל ל-  $A_1, A_2$ .  $b_1, b_2$  מקביל ל-  $B_1, B_2$  ו-  $c_1, c_2$  מקביל ל-  $C_1, C_2$ .

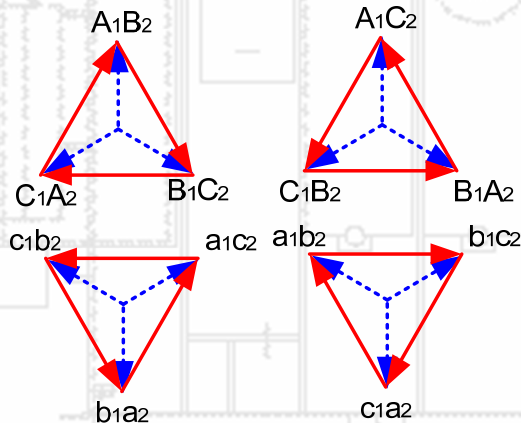
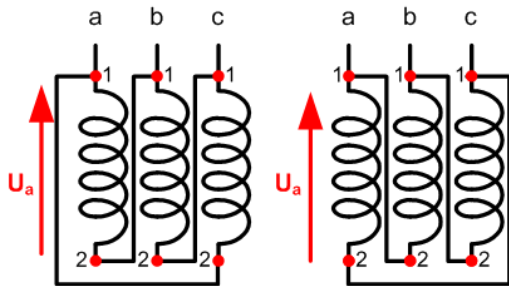
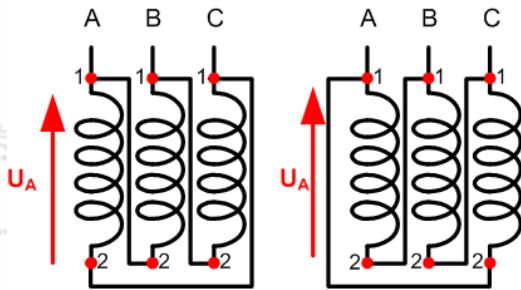
4. מניחים את המחוגים הכחולים, זה על זה. הזזת המופע (השעה) נקבעת בין הדקי היציאה  $(A_1$  ו- $a_2$ ).



→ Dyn5

# קבוצות חיבורים בשנאי

שני סלילי השנאי מחוברים במשולש

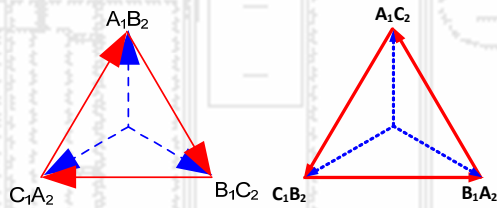
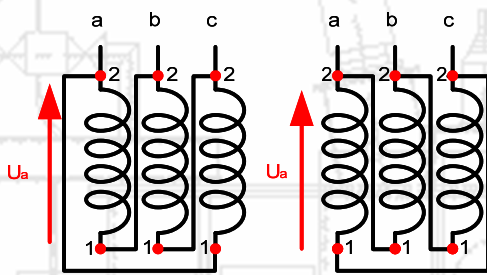
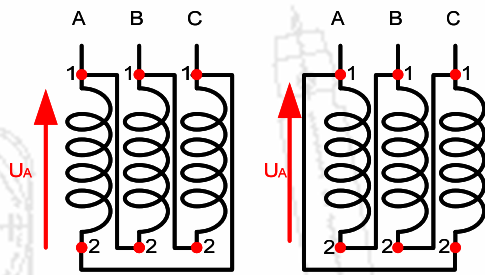


חיבור  
D/d 2

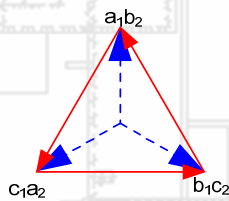
חיבור  
D/d 10

# קבוצות חיבורים בשנאי

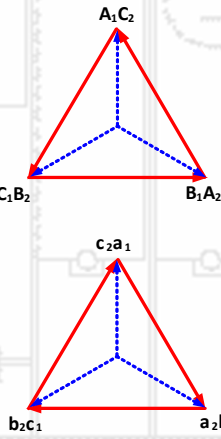
שני סלילי השנאי  
מחוברים במשולש



חיבור  
D/d 8

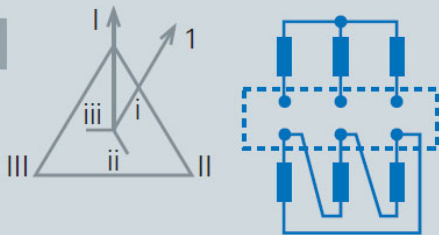


חיבור  
D/d 4

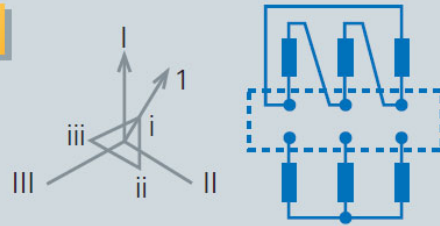


# קבוצות החיבורים הנפוצות

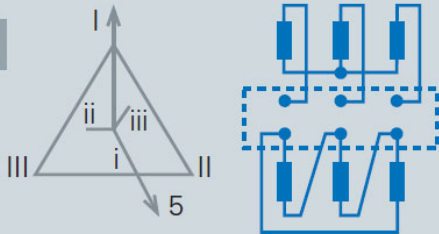
Dy1



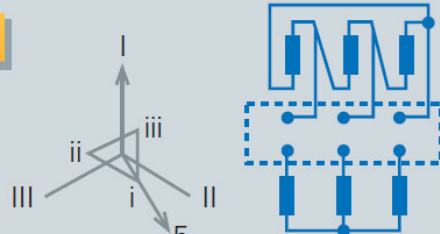
Yd1



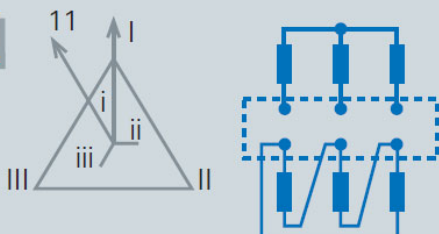
Dy5



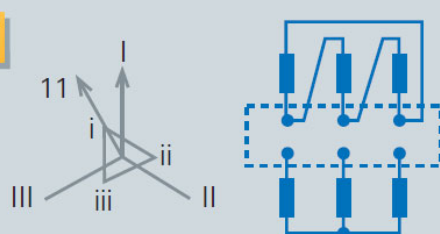
Yd5



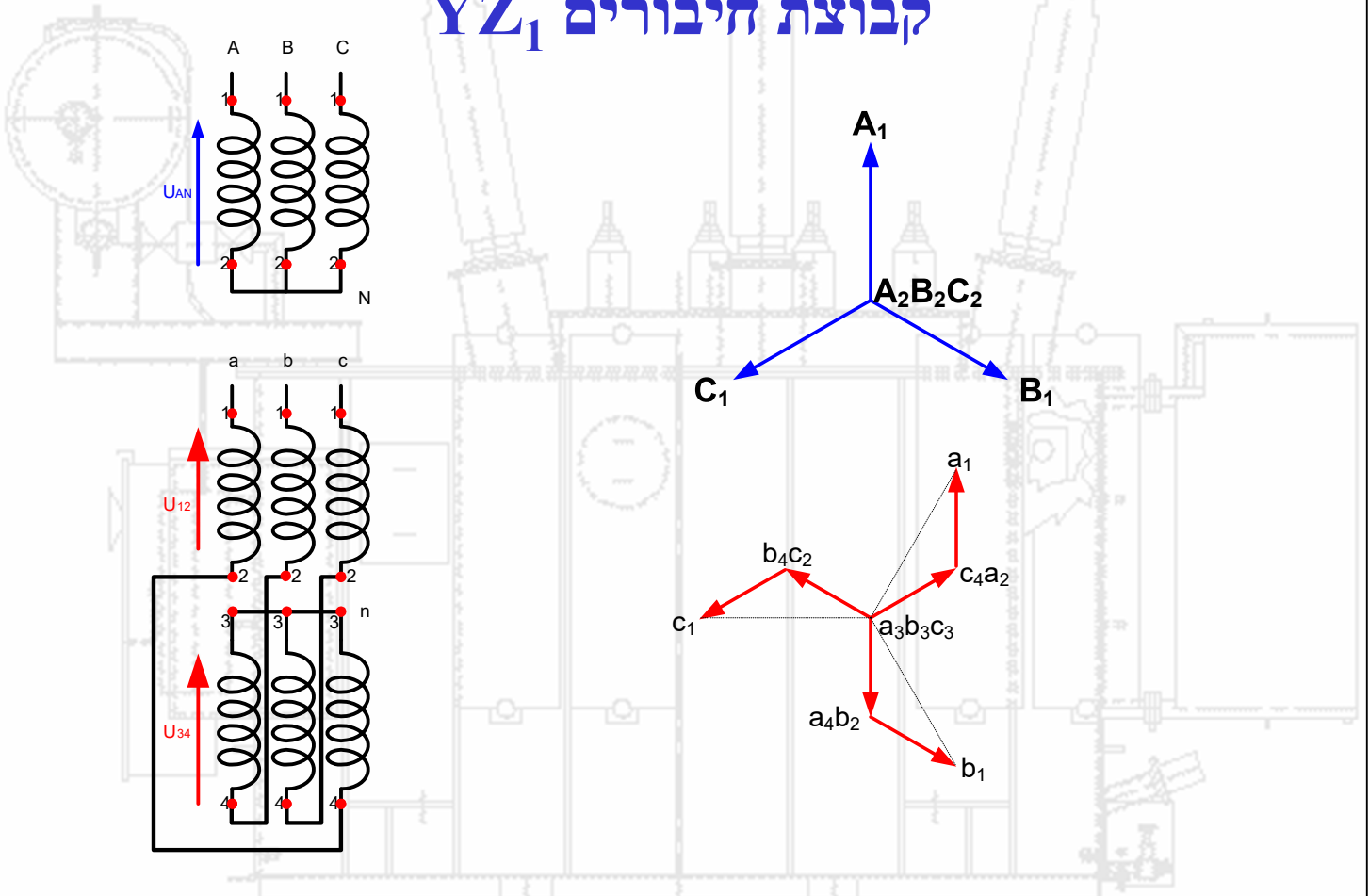
Dy11



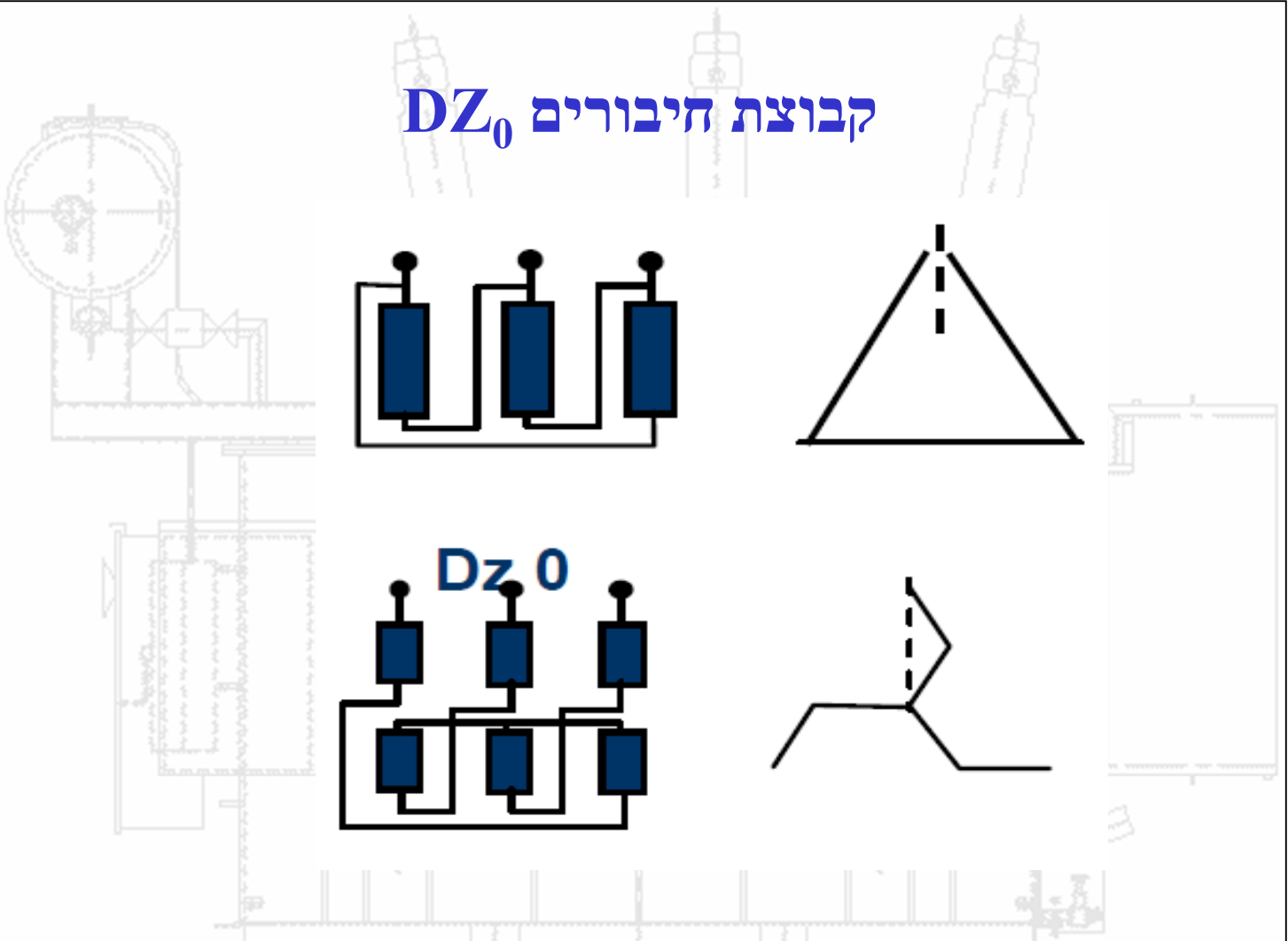
Yd11



# קבוצת חיבורים $YZ_1$



# קבוצת חיבורים $DZ_0$



# קבוצות חיבורים בשנאי

Group	Connection	Connection	Connection
0			
1			
5			
6			
11			

The table is formed based on IEC 60076 and the idea that the winding directions of the HV and LV windings are same

