

אוניברסיטת בן-גוריון בנגב
הפקולטה למדעי ההנדסה
היחידה לניהול והנדסת בטיחות

הארקות והגנות בפני חשמול היבטי בטיחות ותקינה

חיבור זה מהווה חלק מהדרישות לקבלת תואר מגיסטר בהנדסה

מאת: יואל ממון, ת.ז. 38682209

ספטמבר 2008

אלול תשס"ח

תוכן העניינים

עמוד 2	מבוא
עמוד 3	פרק 1: התחשמות 1.1 מבוא 1.2 חשמול והתחשמות 1.3 גורמים המשפיעים על התחשמות
עמוד 10	פרק 2: הארקות והגנות בפני חשמול 2.1 הגדרות 2.2 עקרונות ושיטות הגנה 2.3 הארקה יסוד 2.4 שיטת האיפוס 2.5 הארקה הגנה 2.6 זינה צפה 2.7 הפרד מגן 2.8 מתח נמוך מאוד 2.9 מפסק מגן הפועל בזרם דלף 2.10 בידוד מגן
עמוד 29	פרק 3: החוק הישראלי ותקנותיו 3.1 חוק החשמל ותקנותיו 3.2 עדכונים בתקנות החשמל 3.3 תקנות החשמל בנושא הארקות והגנות בפני חשמול 3.4 חוקים ותקנות שונות בנושא בטיחות בחשמל
עמוד 37	פרק 4: התקינה הבינלאומית 4.1 ארגוני תקינה ותקנים זרים בנושא בטיחות בחשמל 4.2 דרישות התקנים הבינלאומיים
עמוד 42	פרק 5: הבדלי גישות בתקינה הבינלאומית 5.1 קריטריונים לבטיחות בפני התחשמות: IEC 60479-1 מול IEEE 80 5.2 תקינת רשת חשמל: IEC 60364 מול NEC
עמוד 53	סיכום ומסקנות
עמוד 55	רשימת ספרות
עמוד 57	נספחים נספח א'- תאונות חשמל נספח ב' – צרופת משרד התשתיות לבדיקת תקופתית להארקות

מבוא

תקלות במערכות הספק עלולות לגרום נזק רב לרכוש ולסכן חיי אדם. כדי למנוע נזק לרכוש או סיכון חיי אדם, משתמשים באמצעי הגנה. השימוש באמצעי ההגנה מאפשר הקטנת הסכנה לחיי אדם, הקטנת הנזק למע' ההספק, הקטנת הנזק לסביבה ומתן אפשרות לאיתור ותיקון התקלה במהירות. ניתן להבחין במס' סוגי תקלות עיקריים במערכות הספק:

- קצר
- עומס יתר
- חוסר מופע
- זליגה לאדמה
- הופעת מתח מסוכן על חלקים גלויים של ציוד חשמלי

עבודה זו לא תעסוק בהגנות במערכות הספק המאופיינים ע"י 3 סוגי התקלות הראשונות, אלא תתמקד בהגנה בפני התחשמלות המאופיינת ב-2 סוגי התקלות האחרונות. בחלק הראשון של העבודה נסקור טכנית את נושא ההתחשמלות ומאפייניו וכן את השיטות הקיימות בחוק להגנה בפני התחשמלות. בחלק השני של העבודה נתמקד בנושא התקינה בארץ ובחוו"ל בנושא זה וננתח הבדלי גישות בין תקנים בנושאים שונים בחוק.

BEN-GURION UNIVERSITY OF THE NEGEV
FACULTY OF ENGINEERING SCIENCES
UNIT OF MANAGMENT AND SAFETY ENGINEERING

**Grounding and protection against
electric shock**

Safety and standardization aspects

**THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE
REQUIREMENTS FOR THE M.Sc DEGREE**

By: Yoel Maman

Supervised by: Eng. Hillel Shachnovitch

September 2008

SUMMARY OF THE LIMITED THESIS

The major aims of this paper were:

1. A review of the electric shock issue and the ways to protect from it.
2. An acquaintance with the exist standards in this issue in Israel and abroad, and making a comparison between the major ones.

According this aims and with the emphasis on safety and standardization aspects, this paper was built gradually.

Chapter 1 was a review of the electric shock and electrocution characteristics. We saw the different kinds of electrocution and the factors which have an influence on it like current power, electrocution duration, current frequency, current path.

In chapter 2 we were exposed to the different kinds of protect means from electrocution which are being used in Israel.

In chapter 3 we summarize the Israeli standardization in this issue including the Israeli electrical low and its regulations.

Chapter 4 had made us an acquaintance with the international standardization organizations which deal in an electrical standardization such as: IEC, IEEE, NFPA, NEMA.

In chapter 5 we made a comparison between international standards. The first comparison was in the electrocution safety criteria between IEEE 80 to IEC 60479-1. The second comparison was in electricity wiring standard between the NEC to IEC 60364.

There are some conclusions from this paper as follows:

1. The Israeli electrical law is based almost completely on the European standardization with an emphasis on IEC. The law and its regulations are far from dealing with all the issues like as: high voltage, lighting, maintenance. In addition, there is place for updates in some of the exist regulations.
2. There isn't any reference, in the Israeli electrical law, to the electrocution parameters and safety criteria as exist in detail on IEC 60479-1.
3. It is recommended to combine between IEC 60479-1 standard to IEEE 80 standard. For example, safety voltage (product of safety current with human body resistance) can be calculate as follows:
 - Safety current by the strict curve C1 in IEC 60479-1 standard.
 - Human body resistance as fixed value of 1000 ohm according IEEE 80.

4. IEC standards in general and IEC 60364 particularly, began as a process of harmonization of existing rules in European countries to facilitate trade. IEC 60364 provides broad performance requirements and is NOT usable as an installation document by electrical systems designers, installers or enforcing authorities. Rather, it can serve as a guide for the development of national wiring rules. Countries adopting IEC 60364 in whole (or only Chapter 13, Fundamental Principles) need to develop additional rules usable by electrical system designers, installers and enforcing authorities.
5. NEC evolved along the 100 year development of electrical systems in the US. NEC is a comprehensive set of electrical installation requirements that can be adopted and implemented without the development of additional wiring rules.
6. NEC and IEC 60364 need effective coordination with appropriate product standards to be successful in implementing electrical safety.