

# THIẾT BỊ ĐO

<b>1. DỤNG CỤ ĐO ĐIỆN .....</b>	<b>2</b>
<b>2. THIẾT BỊ PHÂN TÍCH QUÁ TRÌNH CHÁY .....</b>	<b>7</b>
<b>3. ÁP KẾ.....</b>	<b>9</b>
<b>4. NHIỆT KẾ .....</b>	<b>12</b>
<b>5. ĐỒNG HỒ ĐO LƯU LƯỢNG NƯỚC .....</b>	<b>15</b>
<b>6. TỐC ĐỘ KẾ/MÁY HOẠT NGHIỆM .....</b>	<b>19</b>
<b>7. THIẾT BỊ PHÁT HIỆN RÒ RỈ.....</b>	<b>22</b>
<b>8. LUX KẾ .....</b>	<b>24</b>
<b>9. TÀI LIỆU THAM KHẢO .....</b>	<b>26</b>

Các thiết bị đo có thể giúp đo các thông số hoạt động thực tế của thiết bị năng lượng và so sánh với thông số thiết kế để xác định xem liệu có thể nâng cao hiệu quả sử dụng năng lượng. Hoặc các thiết bị đo có thể được sử dụng để đo rò rỉ hơi hoặc khí. Các thông số thường được đo trong quá trình đánh giá năng lượng bao gồm:

- Các thông số điện cơ bản trong hệ thống AC & DC: điện áp (V), dòng điện (I), hệ số công suất, công suất hữu dụng (kW), nhu cầu tối đa (kVA), công suất phản kháng (kVAr), mức tiêu thụ năng lượng (kWh), tần số (Hz), sóng hài, vv...
- Các thông số phi điện khác: nhiệt độ và lưu lượng nhiệt, bức xạ, lưu lượng khí và không khí, lưu lượng chất lỏng, vòng trên phút (RPM), vận tốc không khí, tiếng ồn và độ rung, nồng độ bụi, tổng chất rắn hoà tan, pH, hàm ẩm, độ ẩm, phân tích khí lò (CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, CO, SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>), hiệu suất cháy, vv...

Chương này sẽ cung cấp các thông tin về các thiết bị đo khác nhau thường được sử dụng trong đánh giá năng lượng trong công nghiệp:

1. Các dụng cụ đo điện
2. Thiết bị phân tích quá trình cháy
3. Nhiệt kế
4. Áp kế
5. Đồng hồ đo lưu lượng nước
6. Tốc độ kế/ Máy hoạt nghiệm
7. Thiết bị phát hiện rò rỉ
8. Lux kế

Với mỗi loại thiết bị đo cần những thông tin sau:

- Thiết bị đo gì
- Thiết bị đo sử dụng ở đâu
- Vận hành thiết bị đo như thế nào
- Các biện pháp an toàn và phòng chống cần thiết đối với thiết bị đo

## 1. DỤNG CỤ ĐO ĐIỆN

### 1.1 Công dụng của dụng cụ đo điện

Dụng cụ đo điện bao gồm thiết bị phân tích công suất kiểu kẹp, những dụng cụ này dùng để đo các thông số điện chính như KVA, kW, PF, Hertz, KVA<sub>r</sub>, Ampe và Vôn. Một số công cụ này còn dùng để đo sóng hài. Có thể sử dụng thiết bị cầm tay để đo tức thì, hoặc có thể sử dụng các thiết bị khác tiên tiến hơn để đọc các thông số và in các thông số này sau các khoảng nhất định.

Hiện trên thị trường có một số công ty cung cấp các thiết bị khác. Một trong số những thiết bị này là HIOKI 3286-20 Thiết bị phân tích công suất kiểu kẹp (Hình 1). Thiết bị này đo những thông số sau:

- Điện áp: 150 V to 600 V, 3 dải
- Dòng điện: 200 A or 1000 A, 2 dải
- Điện áp /dòng điện đỉnh
- Công suất hữu dụng/phản kháng/ công suất toàn phần (một pha hoặc ba pha): 30 kW - 1200 kW
- Hệ số công suất
- Độ phản ứng
- Góc pha
- Tần số,
- Dò pha (3-pha)
- Điện áp /mức sóng hài hiện tại (lên tới 20th)

**Figure 1. Thiết bị phân tích công suất kiểu kẹp (Hioko Ltd.)**

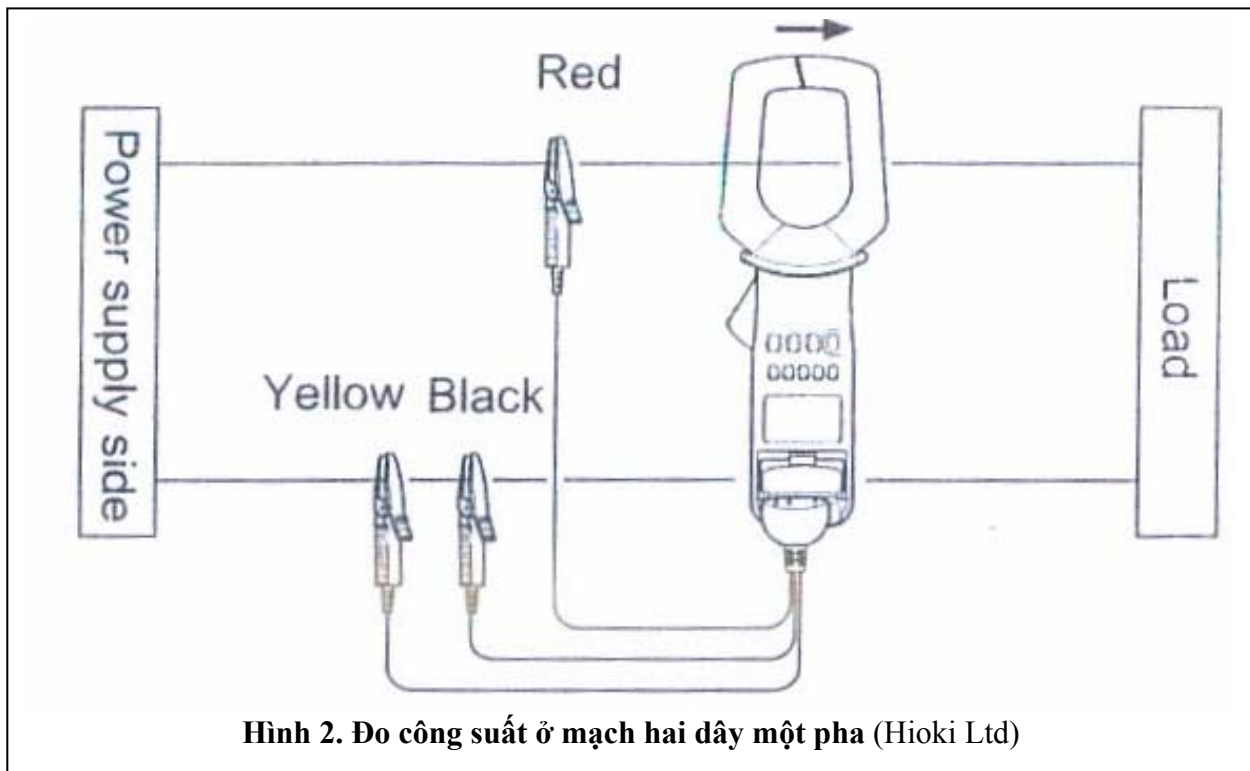


### 1.2 Phạm vi sử dụng thiết bị đo điện

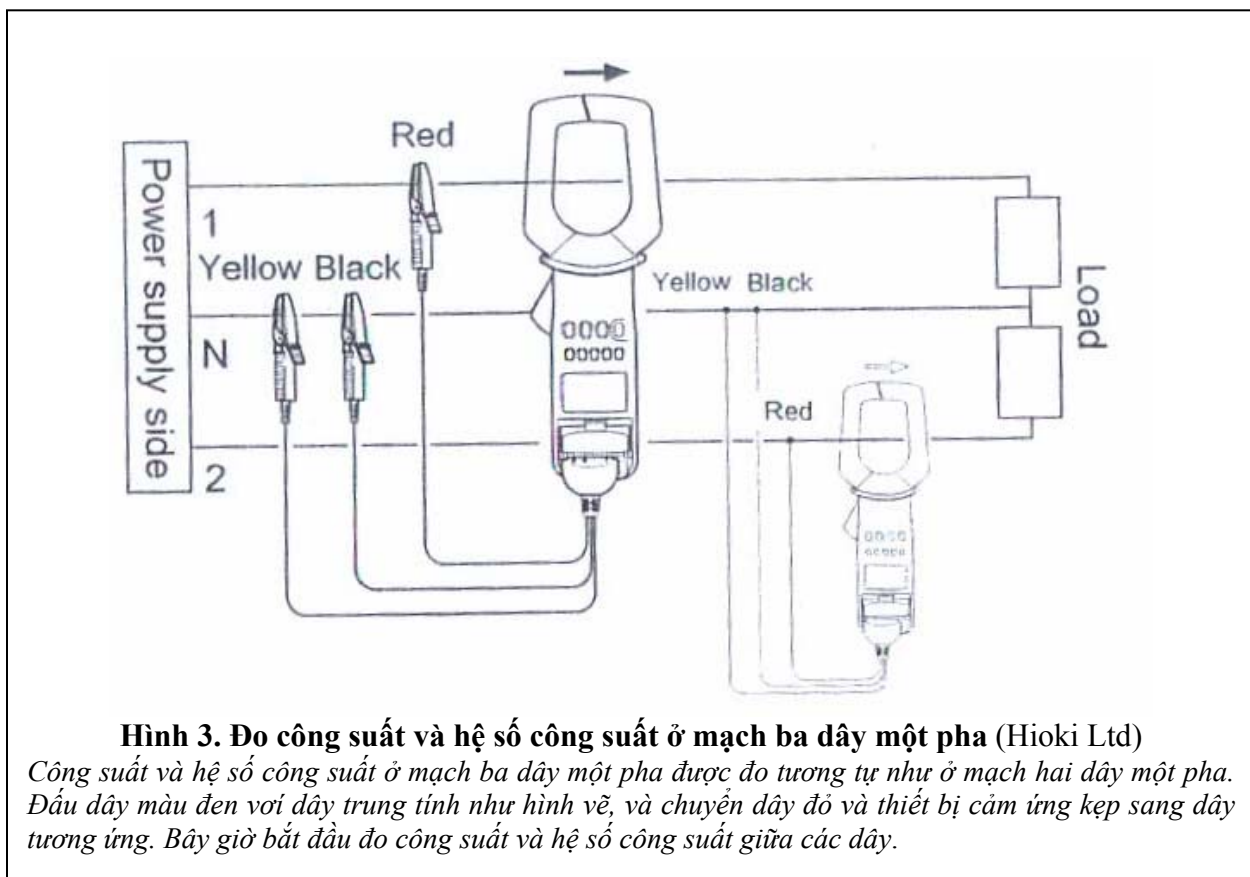
Thiết bị này được đo khi đang vận hành để đo các thông số điện khác nhau của động cơ, máy biến thế, và thiết bị gia nhiệt sử dụng điện. Không cần phải ngừng hoạt động của thiết bị khi tiến hành đo.

### 1.3 Cách thức sử dụng thiết bị đo

Công cụ có ba dây đầu với ba kẹp hình cá sấu. Ba dây màu vàng, đen và đỏ. Hình 2 tới 8 minh họa phương pháp đo ở các điều kiện khác nhau. Tuy nhiên, các quy trình vận hành của các thiết bị phân tích công suất khác nhau có thể sẽ khác nhau. Để có quy trình vận hành chuẩn, người vận hành phải luôn kiểm tra tài liệu hướng dẫn đi kèm với công cụ.

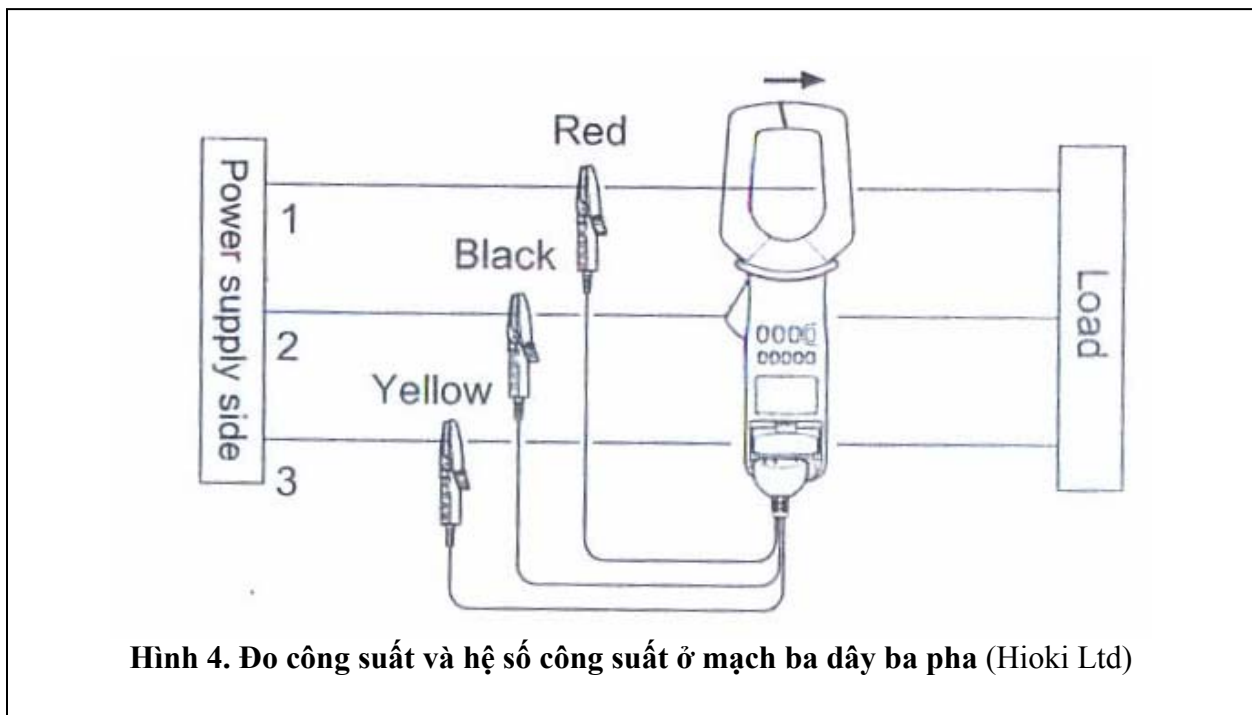


Hình 2. Đo công suất ở mạch hai dây một pha (Hioki Ltd)

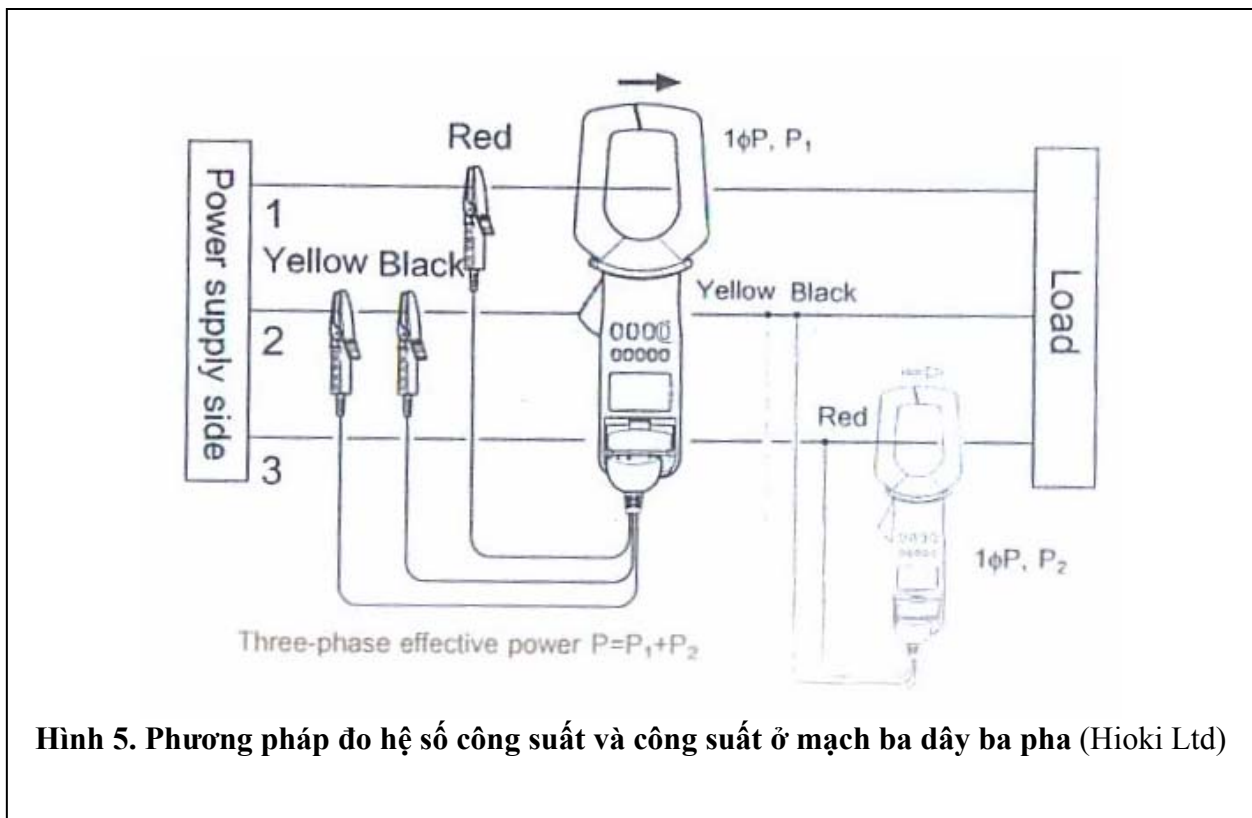


Hình 3. Đo công suất và hệ số công suất ở mạch ba dây một pha (Hioki Ltd)

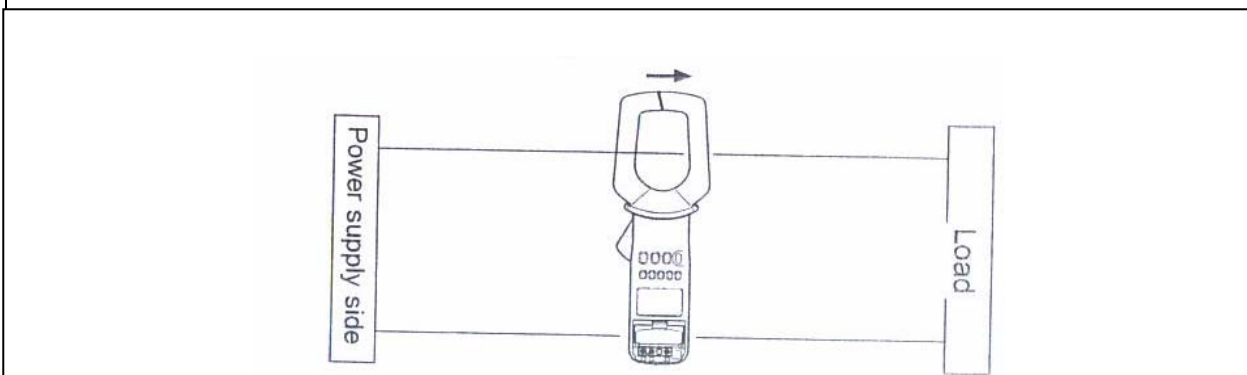
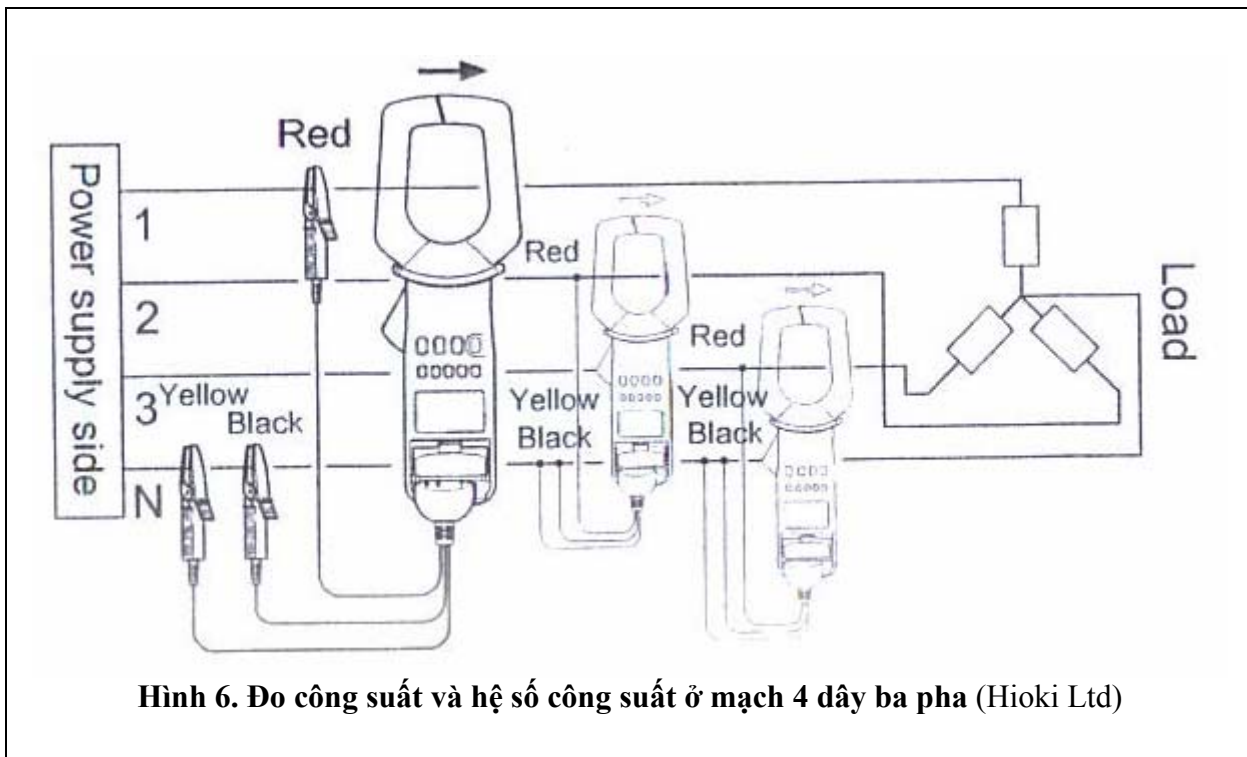
Công suất và hệ số công suất ở mạch ba dây một pha được đo tương tự như ở mạch hai dây một pha. Đầu dây màu đen với dây trung tính như hình vẽ, và chuyển dây đỏ và thiết bị cảm ứng kẹp sang dây tương ứng. Bây giờ bắt đầu đo công suất và hệ số công suất giữa các dây.



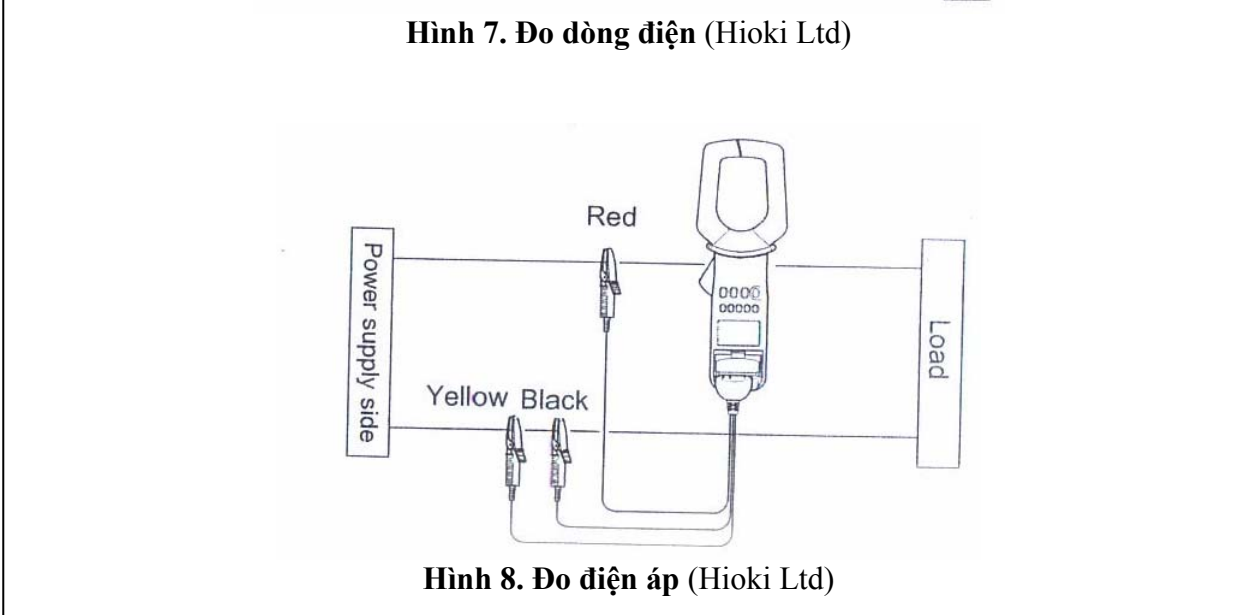
Hình 4. Đo công suất và hệ số công suất ở mạch ba dây ba pha (Hioki Ltd)



Hình 5. Phương pháp đo hệ số công suất và công suất ở mạch ba dây ba pha (Hioki Ltd)



Hình 7. Đo dòng điện (Hioki Ltd)



Hình 8. Đo điện áp (Hioki Ltd)

## **1.4 Các biện pháp phòng chống và an toàn**

Khi sử dụng thiết bị phân tích công suất kiểu kẹp cần chú ý các yếu tố sau:

- Tránh ngắn mạch và các nguy hiểm đe dọa đến tính mạng, không bao giờ gắn kẹp vào mạch đang hoạt động ở điện áp cao hơn điện áp định mức tối đa, hoặc vào dây trần.
- Đầu dò của kẹp phải được nối với phần thứ cấp của cầu dao để cầu dao có thể ngăn ngừa tai nạn khi xảy ra ngắn mạch.
- Trong khi đang sử dụng thiết bị, dùng găng tay cao su, ủng và mũ bảo hộ, tránh bị điện giật và không sử dụng những thiết bị đo khi tay đang ướt.
- Kiểm tra tài liệu vận hành của thiết bị đo để biết thêm các chỉ dẫn chi tiết về an toàn và các biện pháp phòng tránh trước khi sử dụng thiết bị.

## 2. THIẾT BỊ PHÂN TÍCH QUÁ TRÌNH CHÁY

### 2.1 Công dụng của thiết bị phân tích quá trình cháy

Thiết bị phân tích quá trình cháy dùng để đo thành phần của khí lò sau khi quá trình cháy diễn ra. Các thiết bị phân tích quá trình cháy khác nhau có thể được sử dụng để đáp ứng yêu cầu của một dây chuyền. Về mặt cơ bản, tất cả các thiết bị phân tích quá trình cháy đo phần trăm O<sub>2</sub> hoặc CO<sub>2</sub> trong khói lò ra và sử dụng một chương trình sẵn có để tính hiệu suất cháy nếu cần. Các loại thiết bị phân tích quá trình cháy khác nhau được cho dưới đây:

#### Đo hiệu suất của nhiên liệu

Dụng cụ này giúp đo lượng oxy và nhiệt độ của khí lò. Nhiệt trị của các nhiên liệu thông dụng được cấp vào bộ vi xử lý để tính hiệu suất cháy.



#### Fyrite

Một bơm cầm tay dưới đây hút mẫu khí lò vào một dung dịch bên trong fyrite. Một phản ứng hoá học thay đổi lưu lượng dung dịch cho biết khối lượng khí. Phần trăm Oxy và CO<sub>2</sub> đọc trên đồng hồ.



#### Thiết bị phân tích khí

Dụng cụ này có một ngăn chứa hoá chất bên trong dùng để đo các loại khí khác nhau như CO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, etc.



## 2.2 Phạm vi sử dụng thiết bị phân tích quá trình cháy

Thiết bị phân tích quá trình cháy được sử dụng để xác định thành phần của khí lò trong đường ống. Đường ống gồm các ống được sắp xếp theo hình chữ nhật được sử dụng để thổi khí vào ống khói. Giá trị của các thành phần trong khí lò dựa trên thể tích. Phần lớn những công cụ này đo phần trăm Oxy và CO<sub>2</sub> và nhiệt độ của khí lò. Trong quá trình kiểm toán năng lượng, cần biết được thành phần của khí lò để đánh giá các điều kiện cháy, hiệu suất và rò rỉ ở không khí khí quyển vào hệ thống.

## 2.3 Cách thức sử dụng

Các loại thiết bị phân tích quá trình cháy khác nhau hoạt động khác nhau. Với tất cả các loại thiết bị phân tích quá trình cháy, một que thăm được đưa vào đường ống qua một lỗ nhỏ để đo. Với bộ phân tích quá trình cháy fyrite, sử dụng bằng tay, khí lò từ ống được lấy ra bằng một thiết bị bơm thủ công. Khí lấy được sẽ phản ứng với hoá chất và cho thông số % Oxy và CO<sub>2</sub>

## 2.4 Các biện pháp phòng chống và an toàn

Khi sử dụng thiết bị phân tích quá trình cháy, cần thực hiện các biện pháp phòng chống và an toàn sau:

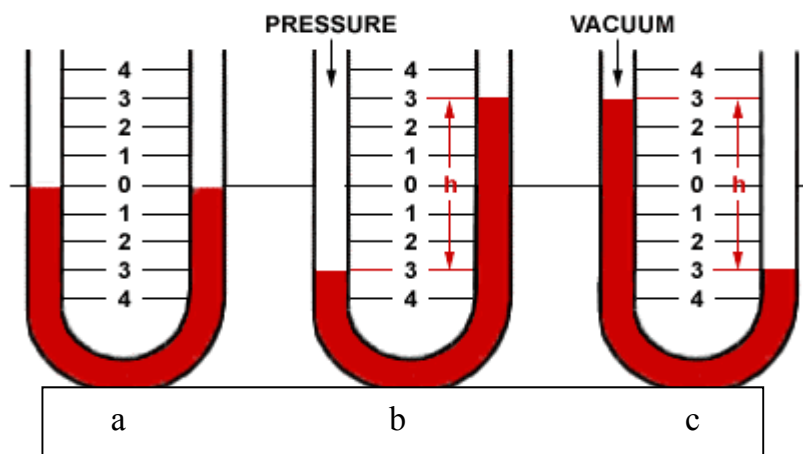
- Luôn điều chỉnh kích cỡ của thiết bị ở không khí ngoài trời trong lành trước khi thực hiện đo.
- Kiểm tra tắc nghẽn trong bộ lọc không khí của thiết bị.
- Trong quá trình đo, cần đảm bảo là đường ống cao su dẫn khí từ đường ống tới thiết bị đo không bị bẻ cong.
- Sau khi đưa que thăm vào đường ống, cần cẩn thận bọc phần hở bằng vải cotton để đảm bảo không khí không lọt vào hoặc thoát ra từ hệ thống.
- Sử dụng găng tay cotton dày, kính và mũ bảo hộ và các dụng cụ bảo hộ khác trước khi đo. Chú ý là khí bạn đang xử lý rất nóng!
- Kiểm tra tài liệu vận hành của thiết bị đo để biết thêm các chỉ dẫn chi tiết về an toàn và các biện pháp phòng tránh trước khi sử dụng thiết bị.



### 3. ÁP KẾ

#### 3.1 Công dụng của áp kế

Áp kế là công cụ được sử dụng rộng rãi trong kiểm toán năng lượng để đo áp suất chênh lệch giữa hai điểm. Loại cổ nhất là áp kế cột chất lỏng. Một phiên bản đơn giản của áp kế cột chất lỏng là ống hình chữ U (xem hình 9) được đổ chất lỏng đầy nửa ống (thường là dầu, nước hoặc thủy ngân) trong đó áp suất đo được cấp vào một bên ống và áp suất tham khảo (có thể là áp suất khí quyển) được cấp vào bên còn lại. Sự chênh lệch giữa các mức chất lỏng biểu diễn áp suất tham khảo.



**Hình 9. Giải đồ minh họa áp suất cột chất lỏng (Dwyer Instruments Inc.)**

Nguyên tắc hoạt động của áp kế như sau :

- Hình 9a. Dạng đơn giản nhất của áp kế là một ống hình chữ U với chất lỏng được đổ khoảng một nửa ống. Hai đầu ống hở, chiều cao của chất lỏng ở mỗi bên bằng nhau.
- Hình 9b. Khi áp suất dương được cấp vào một bên ống, chất lỏng sẽ giảm xuống ở bên đó và tăng lên ở bên kia ống. Sự chênh lệch độ cao, “h” là tổng những thông số trên và dưới 0, cho thấy mức áp suất.
- Hình 9c. Chân không được cấp vào một bên ống, chất lỏng tăng lên ở bên đó và giảm xuống ở bên kia ống. Sự chênh lệch độ cao, “h” là tổng những thông số trên và dưới 0, cho thấy độ chân không

Có ba loại áp kế chính:

- Áp kế cột lỏng một nhánh có bề chứa lớn hơn thay cho một phía của ống hình chữ U và có thang độ bên cạnh cột hẹp hơn. Sau đó cột này sẽ khuếch đại chuyển động của dung dịch. Áp kế cột lỏng được dùng để đo sự chênh lệch thấp giữa các áp suất cao.
- Loại dùng màng linh hoạt: Thiết bị này sử dụng độ võng của màng, màng này bao phủ một thể tích có áp suất không đổi. Độ võng của màng tương ứng với áp suất. Sử dụng bảng tham khảo mức áp suất ứng với các độ võng khác nhau.
- Loại ống xoắn: Loại áp kế thứ ba này sử dụng một ống xoắn giãn nở khi áp suất tăng. Điều này tạo ra lực quay của một nhánh gắn vào ống.

### 3.2 Phạm vi sử dụng áp kế

Trong quá trình kiểm toán năng lượng, một áp kế thường được sử dụng để xác định áp suất chênh lệch giữa hai điểm trong đường ống dẫn khí hoặc không khí xả. Chênh lệch áp suất được sử dụng để tính vận tốc dòng của đường ống sử dụng phương trình Bernoulli. ( Chênh lệch áp suất =  $v^2/2g$ ). Cách sử dụng áp kế chi tiết hơn được trình bày trong phần cách thức sử dụng áp kế. Tuy nhiên, có thể sử dụng cách tương tự để đo chênh lệch áp suất qua hai điểm trong đường ống chứa chất lưu bất kỳ. Trong trường hợp đó, cần lưu ý là áp kế cần phù hợp để sử dụng với lưu lượng chất lưu. Vận tốc của dòng chất lưu được tính theo Áp suất chênh lệch =  $f LV^2/2gD$  trong đó  $f$  là hệ số ma sát của vật liệu ống,  $L$  là khoảng cách giữa hai điểm chênh lệch áp suất,  $D$  là đường kính ống và  $g$  là hằng số lực hấp dẫn.

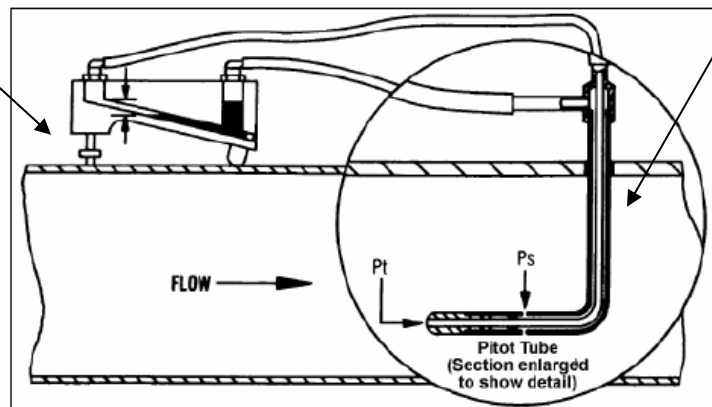
### 3.3 Cách thức sử dụng áp kế

Để giải thích cách thức sử dụng một áp kế không dễ dàng chút nào. Lý do là có quá nhiều loại áp kế khác nhau có cách vận hành khác nhau.

Tuy nhiên, có một số bước vận hành giống nhau. Trong quá trình kiểm toán năng lượng, vận tốc khí trong ống được đo nhờ sử dụng một ống hở hai đầu và lưu lượng được tính bằng một áp kế. Khoan một lỗ mẫu trên đường ống (ống chứa khí xả) và ống hở hai đầu sẽ được đưa vào đường ống. Hai đầu hở của ống được nối với hai đầu của áp kế. Sự chênh lệch về mức độ của áp kế cho thấy áp suất vận tốc tổng. Ví dụ như, ở trường hợp áp kế số, các thông số được đo bằng mm của cột nước.

Áp kế

Ống hở hai đầu



Hình 1: Sử dụng ống hở hai đầu và áp kế để đo (Dwyer Instruments Inc.)

### 3.4 Các biện pháp an toàn và phòng tránh

### *Thiết bị đo*

- Không được để áp kế hoạt động với áp suất quá cao. Trong trường hợp áp suất cao, nên sử dụng loại áp kế khác.
- Kiểm tra tài liệu hướng dẫn của thiết bị đo để biết thêm chi dẫn chi tiết về an toàn và phòng tránh trước khi sử dụng thiết bị.

## 4. NHIỆT KẾ

### 4.1 Công dụng của nhiệt kế

Nhiệt kế là công cụ dùng để đo nhiệt độ của chất lưu, bề mặt khí, ví dụ như khí lò sau khi quá trình cháy diễn ra. Nhiệt kế được phân loại thành nhiệt kế tiếp xúc và nhiệt kế không tiếp xúc hoặc nhiệt kế hồng ngoại và được mô tả dưới đây.

#### Nhiệt kế tiếp xúc

Có rất nhiều loại nhiệt kế tiếp xúc. Cặp nhiệt độ là ví dụ đơn giản nhất của loại nhiệt kế tiếp xúc. Tuy nhiên, để phục vụ cho mục đích kiểm toán năng lượng ở một dây chuyền công nghiệp, chúng ta thường sử dụng cặp nhiệt điện để đo nhiệt độ cho độ chính xác cao. Thiết bị này bao gồm hai kim loại không đồng dạng, một đầu được nối với nhau. Các tấm hợp kim kim loại của cặp nhiệt điện thường gập là dây điện. Hiện tại có các loại cặp nhiệt độ sử dụng các tấm kim loại và các thang độ khác nhau. 4 loại thang độ phổ biến nhất là J, K, T và E. Các thang nhiệt độ cao như R, S, C và GB. Mỗi thang độ có dải nhiệt độ và môi trường khác nhau, mặc dù nhiệt độ tối đa thay đổi theo đường kính dây điện sử dụng trong cặp nhiệt độ. Mặc dù thang độ của cặp nhiệt độ quy định dải nhiệt độ, đường kính của dây điện sử dụng trong cặp nhiệt độ cũng giới hạn dải tối đa.



**Hình 11. Nhiệt kế cặp nhiệt điện (Reliability Direct, Inc)**

#### Nhiệt kế không tiếp xúc hay nhiệt kế hồng ngoại

Nhiệt kế không tiếp xúc hay nhiệt kế hồng ngoại có thể thực hiện đo nhiệt độ mà không có tiếp xúc vật chất giữa nhiệt kế và vật đo nhiệt độ. Nhiệt kế được hướng vào bề mặt và cho ngay kết quả nhiệt độ đo. Công cụ này hữu ích với trường hợp đo những điểm nóng trong lò, nhiệt độ bề mặt, vv...

Nhiệt kế hồng ngoại cho phép người sử dụng đo nhiệt độ ở những ứng dụng mà bộ cảm biến truyền thống không thể sử dụng hoặc không cho kết quả đo chính xác, chẳng hạn như:

- Khi cần đo nhanh, chẳng hạn với những đối tượng đo chuyển động (như máy cán, máy chuyển dịch, hoặc đai của băng tải)
- Khi cần đo không tiếp xúc do nhiệt bản hoặc các lý do nguy hại khác (như điện áp cao)
- Khoảng cách hoặc chiều cao quá xa
- Nhiệt độ quá cao đối với thiết bị cảm biến
- Vật đo đặt trong chân không hoặc các bầu không khí có kiểm soát khác
- Vật đo được bao quanh bởi điện từ trường (như gia nhiệt cảm ứng)

Nguyên tắc cơ bản của nhiệt kế hồng ngoại là vật đo phát ra năng lượng hồng ngoại. Vật đo càng nóng, các phân tử của nó hoạt động nhiều hơn, và năng lượng hồng ngoại phát ra càng lớn. Một nhiệt kế hồng ngoại có ống ngắm tập trung vào năng lượng hồng ngoại thu được từ vật đo vào máy dò. Máy dò chuyển đổi năng lượng thành những tín hiệu điện, được khuếch đại và thể hiện thành đơn vị nhiệt độ sau khi đã hiệu chỉnh với sự biến động nhiệt độ môi trường xung quanh.



**Hình 12. Nhiệt kế không tiếp xúc hay nhiệt kế hồng ngoại**  
(Nitonuk Ltd. 2003)

#### 4.2 Phạm vi sử dụng nhiệt kế

Trong kiểm toán năng lượng, nhiệt độ là một trong những thông số quan trọng nhất cần đo để xác định tổn thất năng lượng nhiệt hoặc để tính cân bằng năng lượng. Đo nhiệt độ được thực hiện khi kiểm toán thiết bị điều hoà không khí, lò hơi, lò đốt, hệ thống hơi, hệ thống thu hồi nhiệt thải, thiết bị trao đổi nhiệt, vv... Trong quá trình kiểm toán, nhiệt độ có thể đo ở:

- Không khí xung quanh
- Nước được làm lạnh trong hệ thống làm lạnh
- Khí vào ở Thiết bị điều chỉnh không khí của dây chuyền điều hoà không khí
- Nước làm mát vào và ra ở tháp giải nhiệt
- Bề mặt đường ống hơi, lò hơi, lò
- Nước vào lò hơi

- Khí xả
- Nước ngưng quay trở lại
- Cung cấp không khí sấy sơ bộ cho quá trình cháy
- Nhiệt độ của dầu nhiên liệu

### 4.3 Cách thức sử dụng nhiệt kế

Cặp nhiệt điện (nhiệt kế tiếp xúc) bao gồm hai kim loại không đồng dạng, một đầu được nối với nhau. Khi mỗi nối được gia nhiệt hoặc giải nhiệt sẽ sinh ra điện áp, điện áp này tương tác trở lại nhiệt độ. Một que thăm được đưa vào dòng chất lỏng hoặc khí để đo nhiệt độ của, ví dụ như khí lò, không khí nóng hoặc nước. Để đo nhiệt độ bề mặt, người ta sử dụng que thăm dạng tấm. Trong hầu hết các trường hợp, cặp nhiệt điện sẽ trực tiếp đưa ra kết quả của thiết bị cần đo (°C hoặc °F) trên màn hình số.

Việc sử dụng nhiệt kế không tiếp xúc hoặc nhiệt kế hồng ngoại rất đơn giản. Nhiệt kế hồng ngoại (súng) được hướng về phía bề mặt cần đo nhiệt độ. Kết quả đo được đọc trực tiếp trên màn hình.

### 4.4 Các biện pháp an toàn và phòng tránh

Khi sử dụng nhiệt kế cần thực hiện các biện pháp phòng chống và an toàn sau:

- Que thăm phải được nhúng vào chất lưu và đo sau khoảng từ 1-2 phút, tức là sau khi thông số đo đã ổn định.
- Trước khi sử dụng cặp nhiệt điện, cần kiểm tra dải nhiệt độ thiết kế của cặp nhiệt điện.
- Không bao giờ được để que thăm của cặp nhiệt điện tiếp xúc với ngọn lửa.
- Trước khi sử dụng nhiệt kế không tiếp xúc, cần thiết lập độ phát xạ theo bề mặt cần đo nhiệt độ.
- Kiểm tra tài liệu hướng dẫn sử dụng để biết thêm hướng dẫn chi tiết về các biện pháp an toàn và phòng tránh trước khi sử dụng thiết bị.

## 5. ĐỒNG HỒ ĐO LƯU LƯỢNG NƯỚC

### 5.1 Công dụng của đồng hồ đo lưu lượng nước

Đồng hồ đo lưu lượng nước là công cụ dùng để đo lưu lượng thể tích, tuyến tính hoặc không tuyến tính của chất lỏng hoặc khí. Phần này sẽ đề cập cụ thể đến đồng hồ đo lưu lượng nước. Việc lựa chọn phương pháp hoặc loại đồng hồ đo phụ thuộc vào điều kiện đo và độ chính xác cần thiết..

Ngoài đồng hồ đo lưu lượng nước, còn có rất nhiều phương pháp khác để đo lưu lượng nước trong quá trình kiểm toán. Hai phương pháp thông dụng nhất giúp có được ước tính chính xác lưu lượng nước là:

- **Phương pháp tính thời gian cấp đầy:** Đổ đầy nước vào bể có thể tích xác định trước ( $m^3$ ). Thời gian sử dụng để cấp đầy bể có thể tích như trên được ghi lại, sử dụng đồng hồ bấm giờ (giây). Lấy thể tích chia cho thời gian sẽ cho kết quả lưu lượng trung bình,  $m^3$ /giây.
- **Phương pháp sử dụng phao:** Phương pháp này thường được sử dụng để đo lưu lượng ở một ống hở. Khoảng cách nhất định (ví dụ như 25-50 m) được đánh dấu vào thành ống. Một quả bóng bàn đặt trên nước và thời gian để bóng trôi đến khoảng cách đã đánh dấu được ghi lại. Các lần đọc khác nhau sẽ cho thời gian chính xác hơn. Vận tốc nước được tính bằng khoảng cách bóng trôi/thời gian trung bình bóng trôi. Tùy theo các điều kiện về lưu lượng và đặc tính ống, lấy vận tốc tính được chia cho hệ số 0,8 – 0,9 để đạt vận tốc cao nhất ở ống hở, vì vận tốc bề mặt sẽ giảm do lực cản của gió, vv...

Dưới đây là một số loại đồng hồ đo lưu lượng nước thông dụng nhất:

#### **Đồng hồ đo lưu lượng kiểu phao hay đồng hồ đo lưu lượng diện tích biến đổi đo khí và chất lỏng.**

Đồng hồ đo lưu lượng kiểu phao bao gồm một ống nhọn và một phao. Loại thiết bị đo với diện tích biến đổi này thường được sử dụng nhiều nhất vì chi phí thấp, đơn giản, sụt giảm áp suất thấp, khả năng đo trong dải rộng, và đầu ra tuyến tính.



**Hình 13. Đồng hồ đo lưu lượng kiểu phao (Omega Engineering Ltd)**

**Đồng hồ đo lưu lượng biến đổi – đồng hồ lò xo và pít-tông đo khí và chất lỏng.**

Đồng hồ đo lưu lượng kiểu pít-tông sử dụng một lỗ phun dạng vòng do pít-tông và phễu nhọn tạo ra. Pittông được gắn vào phần chính của phễu (ở “vị trí không có lưu lượng”) do một lò xo có chia độ. Thang đo dựa trên trọng lượng riêng 0,84 với đồng hồ dầu và 1,0 đồng hồ nước. Nhờ thiết kế đơn giản và khả năng truyền tín hiệu điện, thiết bị này là sự lựa chọn kinh tế so với đồng hồ đo kiểu phao trong việc đo và kiểm soát lưu lượng dòng.



**Hình 14. Đồng hồ đo lưu lượng pít-tông và lò xo**  
(Omega Engineering Ltd)

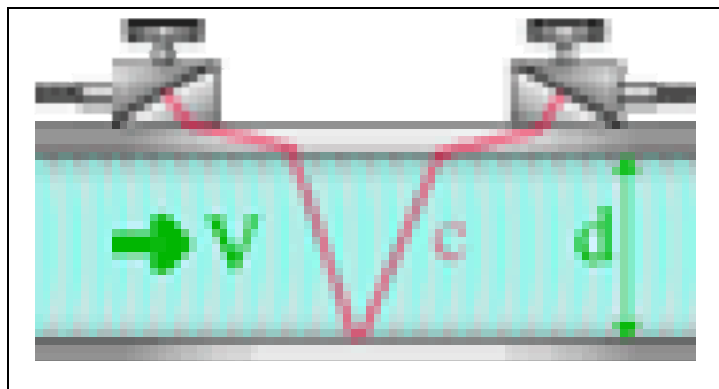
**Đồng hồ đo lưu lượng siêu âm (không tiếp xúc hoặc theo nguyên lý Doppler) để đo các chất lỏng**

Đồng hồ đo lưu lượng siêu âm thường được sử dụng để đo nước thải và các loại chất lỏng bản khác và bùn, là những yếu tố thường làm hỏng thiết bị cảm biến truyền thống. Nguyên tắc hoạt động cơ bản dựa trên sự dịch chuyển tần số (Hiệu ứng Doppler) của một tín hiệu siêu âm khi nó được phản xạ bởi những hạt lơ lửng hoặc bọt khí (không liên tục) khi chuyển động.



**Hình 15. Đồng hồ đo lưu lượng nước siêu âm (Dynasonics Ltd)**





**Hình 16. Cách sử dụng đồng hồ đo lưu lượng nước siêu âm (Eesiflow International Pty Ltd.)**

### **Đồng hồ đo lưu lượng tua bin**

Đồng hồ tua bin là đồng hồ rất chính xác (0,5% thông số đọc) và có thể dùng cho chất lỏng sạch và chất lỏng có độ nhớt cao- lên tới 100 centistoc. Bộ phận đầu vào của đồng hồ loại này cần một ống thẳng có đường kính tối thiểu  $\Phi 10$  ở bộ phận đầu vào. Tín hiệu đầu ra thông dụng nhất là các tần số hình sin hoặc vuông, nhưng bộ xử lý tín hiệu đầu ra có thể đặt ở phần trên của đồng hồ đo để cho đầu ra dưới dạng analog và có thể chống cháy nổ. Đồng hồ đo bao gồm một rôto nhiều cánh đặt vuông góc với dòng chảy và được treo trong ống bởi một ổ tự lự.

### **Thiết bị cảm biến dạng chân vịt (paddlewheel sensor)**

Thiết bị cảm biến dạng chân vịt là một trong những đồng hồ đo lưu lượng hiệu quả về mặt kinh tế phổ biến nhất dùng cho nước hoặc các chất lưu như nước. Rất nhiều đồng hồ loại này có thể có lắp nổi hoặc lắp kẹp. Những đồng hồ này, như đồng hồ tua bin đòi hỏi phải có ống thẳng với đường kính tối thiểu  $\Phi 10$  ở bộ phận đầu vào và  $\Phi 5$  ở bộ phận đầu ra. Cần xem xét khả năng tương thích hoá chất khi không sử dụng nước. Đầu ra thường gồm xung sóng hình sin và sóng vuông, tuy nhiên thiết bị phát có gắn panel cũng có sẵn. Rôto của thiết bị cảm biến dạng chân vịt vuông góc với lưu lượng và chỉ tiếp xúc với mặt cắt hạn chế của lưu lượng.

### **Đồng hồ đo lưu lượng theo thể tích**

Đồng hồ này được sử dụng trong trường hợp thiết bị chứa nước không có đường ống thẳng và khi đồng hồ tua bin và thiết bị cảm biến dạng chân vịt vuông góc tạo ra quá nhiều chuyển động hỗn loạn. Đồng hồ đo lưu lượng theo thể tích cũng được dùng để đo lưu lượng chất lỏng nhớt.

### **Đồng hồ đo Vortex (dòng xoáy)**

Ưu điểm chính của đồng hồ này là độ nhạy thấp khi có biến đổi của các điều kiện quá trình và mức độ bị ăn mòn thấp so với loại Orifice hoặc đồng hồ đo tua bin. Bên cạnh đó, chi phí bảo trì và chi phí ban đầu thấp. Vì những lý do trên, người ta thường sử dụng đồng hồ loại này. Đồng hồ Vortex không cần chọn công suất.

### **Đồng hồ đo lưu lượng từ tính cho chất lỏng có tính dẫn**

Đồng hồ đo lưu lượng từ tính hiện có loại lắp kèm hoặc lắp rời. Đồng hồ loại này là liền khối và rất thích hợp để đo lưu lượng nước thải hoặc dung dịch bẩn có tính dẫn. Màn hình hiển thị đi kèm và là đầu ra tương ứng dùng để đo từ xa hoặc hiển thị dữ liệu.

## 5.2 Phạm vi sử dụng đồng hồ đo lưu lượng nước

Trong quá trình kiểm toán năng lượng, đo lưu lượng nước là một phần rất quan trọng. Thông thường, các phép đo dùng để xác định khối lượng chất lỏng/nước chảy trong ống. Nếu không có thiết bị đo lưu lượng nào gắn vào đường ống, có thể sử dụng một đồng hồ đo lưu lượng siêu âm. Các tình huống thường gặp là việc đo lưu lượng nước đóng vai trò rất quan trọng giúp xác định hiệu suất bơm, hiệu suất tháp giải nhiệt, dây chuyền điều hoà không khí và làm lạnh, bộ trao đổi nhiệt và bình ngưng.

## 5.3 Cách thức sử dụng đồng hồ đo lưu lượng nước

Có rất nhiều loại đồng hồ đo lưu lượng nước hiện có trên thị trường. Chức năng của mỗi loại khác nhau. Tuy nhiên nguyên tắc cơ bản là giống nhau. 2 que thăm/thiết bị cảm biến của đồng hồ đo lưu lượng nước siêu âm được đặt trên bề mặt ống cách nhau một khoảng, dọc theo đường thẳng. Đường kính của ống sẽ quyết định khoảng cách giữa các que thăm. Khi bật đồng hồ, sóng âm thanh sẽ được truyền đi thông qua một trong hai thiết bị cảm biến/que thăm và do thiết bị còn lại nhận. Đồng hồ được hiệu chỉnh để hiển thị vận tốc hoặc lưu lượng dòng chất lỏng bên trong ống, dựa trên thời gian yêu cầu bởi sóng âm thanh để đi qua khoảng cách từ một thiết bị cảm biến tới thiết bị kia.

## 5.4 Các biện pháp an toàn và phòng tránh

Khi sử dụng đồng hồ đo lưu lượng nước cần thực hiện các biện pháp phòng chống và an toàn sau:

- Que thăm/thiết bị cảm biến phải được đặt trên bề mặt ống sau khi bề mặt ống đã được làm sạch. Cần chú ý đảm bảo không có vết sơn, vv... Lý tưởng nhất là đặt một tấm giấy ráp lên trên vị trí định đặt thiết bị cảm biến.
- Đồng hồ sẽ không thể đo được nếu điều kiện bên trong ống bị ăn mòn hoặc bị rêu bám.
- Cần đo ở nơi lưu lượng ống liên tục và ống phải đầy tải.
- Kiểm tra tài liệu hướng dẫn sử dụng để biết thêm hướng dẫn chi tiết về các biện pháp an toàn và phòng tránh trước khi sử dụng thiết bị.

## 6. TỐC ĐỘ KẾ/MÁY HOẠT NGHIỆM

### 6.1 Công dụng của tốc độ kế/ máy hoạt nghiệm

Với bất kỳ lần kiểm toán nào, việc đo tốc độ của một thiết bị ví dụ như động cơ là rất cần thiết vì tốc độ có thể thay đổi theo tần số, độ trượt của đai và tải. Có hai loại dụng cụ đo tốc độ chính: tốc độ kế và máy hoạt nghiệm.



Hình 17. Tốc độ kế (trái) và máy hoạt nghiệm (phải)  
(Reliability Direct, Inc)

#### Tốc độ kế

Một tốc độ kế đơn giản là một công cụ tiếp xúc, có thể sử dụng để đo tốc độ trong trường hợp có thể tiếp xúc trực tiếp với vật đo.

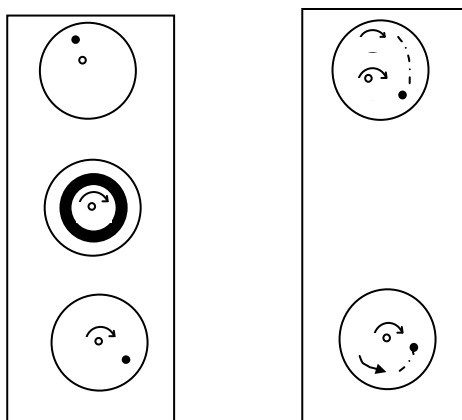
#### Máy hoạt nghiệm

Các thiết bị đo không tiếp xúc là công cụ đo tốc độ an toàn và tinh vi hơn, ví dụ như máy hoạt nghiệm. Máy hoạt nghiệm là nguồn sáng chớp mà có thể đồng bộ với chuyển động nhanh, lặp lại bất kỳ làm cho một thiết bị đang chuyển động nhanh dường như đứng yên, hoặc chuyển động chậm.

Để minh họa cho nguyên tắc này, hãy tham khảo ví dụ sau: Giả sử có một chiếc đĩa trắng với một chấm đen treo trên trục của một động cơ 1800 vòng/phút. Khi đĩa quay với tốc độ 1800 vòng/phút, bằng mắt thường ta không thể phân biệt được những hình ảnh riêng lẻ và chấm đen đó sẽ nhìn như một vòng mờ mờ liên tục. Khi được ánh sáng hoạt nghiệm chớp chiếu vào, mỗi vòng đĩa quay chớp một lần (ví dụ như khi chấm đen ở tại 3 giờ), chấm đen sẽ quan sát được ở vị trí này – và chỉ tại vị trí này–với tốc độ 1800 lần/phút. Vì vậy, chấm đen đó dường như sẽ bị “đông cứng” và đứng lại.

Nếu tốc độ chớp của máy hoạt nghiệm chậm lại là 1799 lần chớp/phút, chấm đen sẽ được chiếu sáng tại một vị trí hơi chuyển dịch mỗi lần đĩa quay, và dường như chấm đen đó sẽ chuyển dịch từ từ theo hướng vòng quay  $360^\circ$  và sẽ đến vị trí ban đầu sau một phút. Ta có thể quan sát được một chuyển động tương tự nhưng ngược hướng với vòng quay của chấm đen, nếu tốc độ của máy hoạt nghiệm tăng lên đến 1801 lần/phút. Nếu cần, tốc độ của chuyển động cso thể tăng thêm theo mức tăng hoặc giảm tốc độ chớp.

Khi hình ảnh dừng lại, tốc độ chớp của máy hoạt nghiệm tương đương tốc độ của vật đang chuyển động. Khi biết được tốc độ chớp tức là ta cũng biết được tốc độ của vật đo. Vì vậy, máy hoạt nghiệm có mục đích kép, đó là đo tốc độ và làm chậm hoặc ngừng một chuyển động nhanh lại để tiện quan sát. Ý nghĩa thực tế của hiệu ứng làm chậm chuyển động là vì nó là bản copy chính xác của một chuyển động tốc độ cao, ta có thể nghiên cứu những sự bất thường (độ rung, xoắn, tiếng lạch cạch) ở chuyển động tốc độ cao.



**Hình 18. Nguyên tắc hoạt động của máy hoạt nghiệm**  
(NPC, 2006)

Trong hoạt động kiểm toán, chúng ta thường sử dụng tốc độ kế dạng tiếp xúc vì chúng đang sẵn có.

## 6.2 Phạm vi sử dụng tốc độ kế/ Máy hoạt nghiệm

Tốc độ kế và máy hoạt nghiệm dùng để đo tốc độ quay của quạt, động cơ, puli, vv...

## 6.3 Cách thức sử dụng tốc độ kế/ Máy hoạt nghiệm

Với tốc độ kế dạng tiếp xúc, bánh của tốc độ sẽ tiếp xúc với vật quay. Do ma sát giữ hai vật, sau vài giây, tốc độ của tốc độ kế bằng tốc độ của vật quay. Tốc độ này sẽ hiển thị trên màn hình theo vòng/phút.

Hoạt kế số là một nguồn sáng chớp linh hoạt được sử dụng để đo tốc độ của một vật thể chuyển động nhanh hoặc tạo ra hiệu ứng quang học ngừng lại hoặc làm chậm sự chuyển động tốc độ cao để tiện quan sát, phân tích hoặc chụp ảnh tốc độ cao. Thiết bị hoạt nghiệm tạo ra ánh sáng chớp

ngăn và cường độ cao. Dụng cụ này là một thiết bị phát xung điện giúp kiểm soát tốc độ chớp, là nguồn cung cấp năng lượng và một điốt phát sáng (LED) theo số lần chớp trên phút. Ánh sáng có thể được chiếu vào một vật đang chuyển động, gồm cả những vật ở những khu vực không tiếp cận được. Khi đo tốc độ quay của một vật, cài đặt tốc độ chớp ban đầu cao hơn tốc độ của vật. Nhờ vậy, làm giảm tốc độ chớp cho đến khi hình ảnh ban đầu xuất hiện. Tại điểm này, tốc độ chớp bằng tốc độ quay của vật đo, và tốc độ này hiển thị trực tiếp trên màn hình số.

#### **6.4 Các biện pháp an toàn và phòng tránh**

Khi sử dụng tốc độ kế và máy hoạt nghiệm cần thực hiện các biện pháp phòng chống và an toàn sau:

- Cần cẩn thận khi đặt bánh xe của tốc độ kế tiếp xúc với vật quay.
- Quan sát đo ở một khoảng cách an toàn và không mặc quần áo rộng khi đo bằng tốc độ kế.
- Tránh đo một mình.
- Kiểm tra tài liệu hướng dẫn sử dụng để biết thêm hướng dẫn chi tiết về các biện pháp an toàn và phòng tránh trước khi sử dụng thiết bị.

## 7. THIẾT BỊ PHÁT HIỆN RÒ RỈ

### 7.1 Công dụng của thiết bị phát hiện rò rỉ

Như tên gọi đã cho biết, thiết bị phát hiện rò rỉ bằng siêu âm phát hiện âm thanh siêu âm của một vết rò. Bạn có thể đã quen thuộc với âm thanh từ những vết rò lớn. Những vết rò nhỏ cũng phát ra âm thanh, tuy nhiên tần số quá cao đối với tai của chúng ta để có thể nghe được. Thiết bị phát hiện rò rỉ siêu âm sẽ chuyển âm thanh siêu âm thành âm thanh chúng ta có thể nghe thấy, và từ đó tìm ra chỗ rò rỉ.



Hình 19. Thiết bị phát hiện rò rỉ (Reliability Direct, Inc)

Các thông tin khác về thiết bị phát hiện rò rỉ siêu âm bao gồm:

- **Khoảng cách và tiếp cận.** Một số vết rò phát ra âm thanh có thể nghe thấy từ khoảng cách vài mét, vì vậy tiếp cận vết rò không phải lúc nào cũng cần thiết. Khi vết rò đang trong trạng thái hỗn loạn, âm thanh đủ rõ để phát hiện bằng siêu âm.
- **Áp suất.** Áp suất cao của vết rò là không cần thiết. Thiết bị siêu âm có thể phát hiện vết rò nhỏ với áp suất thấp đến mức 1 psi. Tuy nhiên, áp suất trong vết rò càng cao thì càng dễ xác định hơn.
- **Độ nhạy với âm thanh.** Thiết bị phát hiện vết rò rất nhạy cảm với âm thanh. Một thiết bị tốt thực sự có thể giúp bạn nghe thấy được lần chớp mắt của con người. Có thể tiến hành kiểm tra rò rỉ ở những khu vực kín, bảo hoà với chất làm lạnh, và chỉ số duy nhất mà một thiết bị siêu âm cung cấp cho bạn là âm thanh của chỗ rò. Thiết bị phát hiện rò rỉ siêu âm tốt sẽ sử dụng quá trình điện tử gọi là “tạo phách” để chuyển đổi âm thanh rò tần số cao xuống địa thấp hơn để có thể nghe được âm thanh của vết rò qua một bộ tai nghe, và tìm ra chỗ rò. Bất kỳ khi chuyển động hỗn loạn nào cũng sẽ tạo ra sóng siêu âm khi chúng bị rò rỉ, và vì vậy không phụ thuộc vào loại chất làm lạnh chúng ta đang muốn kiểm tra rò rỉ. Thậm chí thiết bị này còn giúp phát hiện khí xâm nhập vào hệ thống dưới dạng chân không.
- **Tiếng ồn xung quanh.** Vì thiết bị phát hiện rò rỉ siêu âm tập trung vào một tần số/dải âm thanh nhất định, thiết bị này sẽ không phát hiện gió, giọng nói, tiếng ồn giao thông và hầu hết các âm thanh hoạt động bình thường. Tuy nhiên, hệ thống lớn hơn với vô số các van điều chỉnh áp suất và lưu lượng vận tốc cao có thể sẽ tạo ra các âm thanh ở tần số thiết bị phát hiện rò rỉ siêu âm nhạy cảm. Trong trường hợp này, cần phải ngừng hệ thống, và sử dụng các biên pháp phát hiện rò rỉ khác.

- **Lựa chọn thiết bị phát hiện rò rỉ.** Luôn luôn xem xét năng lực và sự hạn chế của việc sử dụng phương pháp phát hiện rò rỉ. Vì vậy cũng cần xem xét các yếu tố khác ngoài mức độ nhạy cảm trong điều kiện phòng thí nghiệm/kiểm tra khi lựa chọn thiết bị này. Ví dụ như, một loại “sniffer” có độ nhạy cao có thể phát hiện ra vết rò ở 0,25oz. của chất làm lạnh mỗi năm trong điều kiện kiểm soát ở phòng thí nghiệm. Nhưng thiết bị này cũng có thể cho các kết quả khác nhau khi bạn muốn tìm các vết rò chất làm lạnh ở khu vực nóc nhà bần và nhiều gió.

## 7.2 Phạm vi sử dụng thiết bị phát hiện rò rỉ

Thiết bị phát hiện rò rỉ siêu âm được sử dụng để phát hiện các vết rò khí nén và các loại khí khác mà tai thường không thể phát hiện được.

Không có thiết bị nào có thể phát hiện ra mọi loại rò rỉ, mọi lúc. Thường phải kết hợp một số phương pháp sẵn có để đảm bảo tỷ lệ thành công cao nhất.

## 7.3 Cách thức sử dụng thiết bị phát hiện rò rỉ

Để khái quát phương pháp hoạt động của thiết bị phát hiện rò rỉ không dễ dàng. Lý do là có rất nhiều loại thiết bị phát hiện rò rỉ với những cách sử dụng khác nhau. Tuy nhiên có một số bước chung sau:

- Que thăm của thiết bị đo phát hiện rò rỉ siêu âm được đặt gần ống hơi/khí nghi có rò rỉ.
- Đeo tai nghe nối với thiết bị đo
- Que thăm chuyển động từ từ cho đến khi người nghe có thể nghe thấy âm thanh rò rỉ bằng tai nghe
- Đánh dấu vị trí để xác định chỗ rò

## 7.4 Các biện pháp an toàn và phòng tránh

Khi sử dụng thiết bị phát hiện rò rỉ siêu âm cần thực hiện các biện pháp phòng chống và an toàn sau:

- Không được có bụi và khói từ ống, nếu không bụi/khói sẽ làm tắc que thăm và làm sai lệch kết quả
- Tránh đo tại những nơi mức độ âm thanh cao
- Kiểm tra tài liệu hướng dẫn sử dụng để biết thêm hướng dẫn chi tiết về các biện pháp an toàn và phòng tránh trước khi sử dụng thiết bị.

## 8. LUX KẾ

### 8.1 Công dụng của lux kế

Lux kế dùng để đo cường độ ánh sáng.

Phần lớn lux kế đều bao gồm một phần thân, một thiết bị cảm ứng với một tế bào quang điện, và một màn hình hiển thị. Thiết bị cảm ứng được đặt tại nguồn sáng. Ánh sáng chiếu vào tế bào quang điện có năng lượng, được truyền từ tế bào quang điện sang dòng điện. Tế bào quang điện hấp thụ được càng nhiều ánh sáng, dòng điện tạo ra càng cao. Đồng hồ đo sẽ đọc dòng điện và tính toán giá trị thích hợp của Lux hoặc Foot candles (độ sáng). Giá trị đo được hiển thị trên màn hình.

Cần lưu ý một yếu tố quan trọng về ánh sáng là ánh sáng thường do các dạng (màu sắc) ánh sáng tại chiều dài bước sóng khác nhau. Vì vậy, thông số đo được là kết quả của các hiệu ứng kết hợp của tất cả các chiều dài bước sóng. Màu chuẩn được tính là nhiệt độ màu và nhiệt độ màu được tính bằng độ Kelvin. Nhiệt độ màu chuẩn để hiệu chỉnh hầu hết các đồng hồ ánh sáng là 2856 độ Kelvin, ngả về vàng hơn là màu trắng. Các loại đèn sáng cháy ở nhiệt độ màu khác nhau. Vì vậy, các thông số đo của Lux kế sẽ thay đổi với các nguồn sáng khác nhau có cùng một cường độ. Đó là lý do tại sao một số ánh sáng lại "gắt hơn" hoặc "dịu hơn".



Hình 20. Lux kế (Reliability Direct, Inc)

### 8.2 Phạm vi sử dụng lux kế

Lux kế dùng để đo các mức độ rọi ở văn phòng, nhà máy, vv...

### 8.3 Cách thức sử dụng lux kế

Sử dụng công cụ này rất đơn giản. Thiết bị cảm được đặt tại nơi làm việc hoặc nơi có thể đo được cường độ ánh sáng, và lux kế sẽ đưa ra kết quả trực tiếp trên màn hình hiển thị.



## **8.4 Các biện pháp an toàn và phòng tránh**

Khi sử dụng lux kế cần thực hiện các biện pháp phòng chống và an toàn sau:

- Thiết bị cảm ứng phải đặt chính xác tại khu vực làm việc để có thể cho kết quả chính xác
- Do độ nhạy của thiết bị cảm ứng cao nên cần được cất giữ cẩn thận.
- Kiểm tra tài liệu hướng dẫn sử dụng để biết thêm hướng dẫn chi tiết về các biện pháp an toàn và phòng tránh trước khi sử dụng thiết bị.

## 9. TÀI LIỆU THAM KHẢO

The text for this chapter is based on the section with information on energy equipment from the *Energy Manager Training* website, with kind permission from India's Bureau of Energy Efficiency, supplemented with field experience from the National Productivity Council of India. [www.energymanagertraining.com/energy\\_audit\\_instruments/new\\_energy\\_audit\\_equipment.htm](http://www.energymanagertraining.com/energy_audit_instruments/new_energy_audit_equipment.htm)

The references for the figures in this chapter are as follows:

- Figure 1: Hioki Ltd. [www.hioki.co.jp/eng/product/power/328620.html](http://www.hioki.co.jp/eng/product/power/328620.html)
- Figure 2 – 8: Hioki Ltd. Users Manual - Hioki Hi Tester 32860
- Figure 9: Dwyer Instruments Inc., USA. *Measurement of Pressure with the Manometer*, 2005. [www.dwyer-inst.com/htdocs/pressure/ManometerIntroduction.cfm](http://www.dwyer-inst.com/htdocs/pressure/ManometerIntroduction.cfm)
- Figure 10: Dwyer Instruments Inc., USA. *Air Velocity Introduction*. [www.dwyer-inst.com/htdocs/airvelocity/AirVelocityIntroduction.cfm](http://www.dwyer-inst.com/htdocs/airvelocity/AirVelocityIntroduction.cfm)
- Figure 11: Reliability Direct, Inc. *Extech Instruments, User Guide Model EA15*. 2004. [www.extech.com/instrument/products/alpha/EA10\\_15ThermoCouple.html](http://www.extech.com/instrument/products/alpha/EA10_15ThermoCouple.html)
- Figure 12: Nitonuk Ltd. 2003. [www.nitonuk.co.uk/infared/infaredTI213EL.shtml](http://www.nitonuk.co.uk/infared/infaredTI213EL.shtml)
- Figure 13: Omega Engineering Ltd., USA. 2003. [www.omega.com/pptst/FL77\\_78.html](http://www.omega.com/pptst/FL77_78.html)
- Figure 14: Omega Engineering Ltd., USA. 2003. [www.omega.com](http://www.omega.com)
- Figure 15: Dynasonics Ltd. *Flow Meter Data Sheets DXF Model*. 2003. [www.dynasonics.com/resources/products/pdfs/DFX.pdf](http://www.dynasonics.com/resources/products/pdfs/DFX.pdf)
- Figure 16: Eesiflow International Pty Ltd. [www.eesiflo.com/measuring.html](http://www.eesiflo.com/measuring.html)
- Figure 17: Reliability Direct, Inc. *Extech 461840 Programmable Digital Stroboscope*. [www.reliabilitydirect.com/strobeproducts/EXT-461840.htm](http://www.reliabilitydirect.com/strobeproducts/EXT-461840.htm)
- Figure 18: National Productivity Council (NPC) India, experience from various industrial studies. 2006
- Figure 19: Reliability Direct, Inc. *Whisper Ultrasonic Leak Detector*. [www.reliabilitydirect.com/ultrasoundproducts/INF-whisper.htm](http://www.reliabilitydirect.com/ultrasoundproducts/INF-whisper.htm)
- Figure 20: Reliability Direct, Inc. *Extech Instruments, User Manual Model 401027 Pocket Foot Candle Light Meter*. [www.reliabilitydirect.com/lightmeters](http://www.reliabilitydirect.com/lightmeters)

### Copyright:

Copyright © United Nations Environment Programme (year 2006)

*This publication may be reproduced in whole or in part and in any form for educational or non-profit purposes without special permission from the copyright holder, provided acknowledgement of the source is made. UNEP would appreciate receiving a copy of any publication that uses this publication as a source. No use of this publication may be made for resale or any other commercial purpose whatsoever without prior permission from the United Nations Environment Programme.*

### Bản quyền

Copyright © Chương trình môi trường liên hợp quốc (năm 2006)

*Ấn bản này có thể tái xuất bản toàn bộ hoặc một phần và cho bất kỳ mục đích giáo dục hay phi lợi nhuận nào mà không có sự cho phép đặc biệt từ người giữ bản quyền với điều kiện phải nêu nguồn của ấn bản. UNEP mong rằng sẽ nhận được bản sao của bất kỳ ấn bản nào có sử dụng ấn bản này như nguồn thông tin. Không sử dụng ấn bản này để bán lại hay cho bất kỳ mục đích thương mại nào khác mà không có sự cho phép trước đó từ Chương trình Môi trường của Liên hợp quốc*

### Disclaimer:

*This energy equipment module was prepared as part of the project "Greenhouse Gas Emission Reduction from Industry in Asia and the Pacific" (GERIAP) by the National Productivity Council, India. While reasonable efforts have been made to ensure that the contents of this publication are factually correct and properly referenced, UNEP does not accept responsibility for the*

## *Thiết bị đo*

*accuracy or completeness of the contents, and shall not be liable for any loss or damage that may be occasioned directly or indirectly through the use of, or reliance on, the contents of this publication, including its translation into other languages than English. This is the translated version from the chapter in English, and does not constitute an official United Nations publication.*

### **Khuyến cáo:**

*Môđun thiết bị năng lượng này được thực hiện là một phần của dự án “Giảm Phát Thái Khí Nhà Kính từ Hoạt Động Công Nghiệp ở Khu vực Châu Á và Thái Bình Dương” (GERIAP) bởi Ủy ban Năng suất Quốc gia Ấn Độ. Mặc dù đã cố gắng nhiều để đảm bảo nội dung của báo cáo này là chính xác và phù hợp để tham khảo, UNEP không có trách nhiệm về tính chính xác hay hoàn thiện của nội dung và sẽ không chịu trách nhiệm về bất kỳ mất mát hay thiệt hại mà có thể liên quan trực tiếp hay gián tiếp cho việc sử dụng hay dựa vào nội dung của báo cáo này gây ra, bao gồm cả bản dịch sang các thứ tiếng khác ngoài tiếng Anh. Đây là bản dịch từ chương bằng tiếng Anh và không là ấn bản chính thức của Liên hợp quốc.*