**1. Cảm biến nhận biết nhựa (Plastic Sensor)**

**a) Công nghệ phổ biến**

* **Cảm biến cảm dung (capacitive)**:
  + Hoạt động dựa trên nguyên lý điện dung: trường điện từ tạo ra thay đổi điện dung khi vật liệu (nhựa) tiếp xúc hoặc vào vùng trường. Nhựa (chất điện môi) thay đổi điện dung so với không khí, từ đó phát tín hiệu
  + Ưu điểm: phát hiện nhựa và các vật liệu không dẫn điện, dùng tốt cho đo độ dày, định vị, kiểm tra chất nhựa.
  + Nhược điểm: nhạy cảm với thay đổi độ ẩm, bụi, nhiệt độ.
* **Cảm biến quang hoặc cảm biến quang phổ**:
  + Sử dụng đèn LED/laser và cảm biến hồng ngoại để phân tích đặc trưng phản hồi quang, ví dụ handheld “Plastic Scanner” phân biệt loại nhựa qua tia hồng ngoại
  + Cảm biến quang huỳnh quang (luminescence), như Banner QL56 phát hiện màng nhựa có chất huỳnh quang dưới tia UV .
* **Cảm biến cộng hưởng/NIR/NIR quang phổ**:
  + Nhìn vào phổ phản xạ ở bước sóng nhất định để phân loại loại nhựa (PET, PVC, PP, ABS

**b) Cách hoạt động từng loại**

| **Loại cảm biến** | **Cơ chế hoạt động** | **Ứng dụng chính** |
| --- | --- | --- |
| Capacitive | Thay đổi điện dung qua vật liệu điện môi | Phát hiện sự hiện diện/nồng độ nhựa |
| Quang – NIR/phổ | Phân tích phổ ánh sáng phản xạ | Phân loại loại nhựa trong tái chế |
| Quang – luminescence | Phát sáng huỳnh quang tại vùng nhựa có chất huỳnh | Kiểm tra bao bì, seal… |

**c) Nhược điểm**

* Giá thành khá cao, dễ bị ảnh hưởng bởi môi trường (độ ẩm, bụi, nhiệt độ) nên cần hiệu chuẩn thường xuyên.
* Một số loại chỉ xác định được "có/không có" nhựa, không xác định rõ loại.
* Không hiệu quả trên nhựa trong suốt không có đặc tính huỳnh quang.

**🔹 2. Cảm biến nhận biết lon (Can Sensor)**

**a) Công nghệ chính**

* **Cảm biến từ cảm ứng (inductive proximity)**:
  + Tạo từ trường xoay chiều; lon kim loại (nhôm hoặc thiếc) tạo dòng xoáy dẫn đến thay đổi độ tự cảm → phát hiện
  + Đặc biệt có loại chuyên dùng cho lon: Proxitron DLU gồm 2 phần tử để phát hiện lon, điều khiển tốc độ, phát hiện kẹt, khoá khoảng trống [Proxitron](https://proxitron.com/inductive-sensors/can-line-sensors/can-line-sensor-dlu?utm_source=chatgpt.com).

**b) Cách hoạt động**

* Cảm biến tạo từ trường: lon đi qua tạo dòng xoáy → thay đổi tín hiệu.
* DLU dùng hai cảm biến:
  + Phát hiện sự có mặt, tốc độ di chuyển lon
  + Kiểm soát hướng, phát hiện kẹt, đồng bộ hóa với băng chuyền.

**c) Nhược điểm**

* Chỉ phát hiện kim loại, không nhận biết nhựa hay giấy.
* Tầm phát hiện với kim loại không ferromagnetic (nhôm, thiếc) ngắn hơn so với sắt; cần điều chỉnh độ nhạy
* Không phân biệt chất liệu kim loại (ví dụ: nhôm vs đồng).
* Giá thành cao hoặc cần thiết lập chính xác để hoạt động tốt trong dây chuyền sản xuất.

**✔️ Kết luận**

* **Nhựa**: sử dụng cảm biến **capacitive** (phù hợp detect nhựa/phi kim), hoặc cảm biến **quang phổ/huỳnh quang** để phân biệt loại nhựa.
* **Lon kim loại**: dùng cảm biến **inductive proximity**, hiệu quả cao trên kim loại nhưng hạn chế với vật liệu khác.
* Mỗi loại công nghệ có ưu nhược riêng: độ nhạy, phạm vi, khả năng phân biệt đối tượng và chi phí. Việc ứng dụng cần cân đối giữa khả năng nhận biết, điều kiện môi trường và yêu cầu sản xuất.