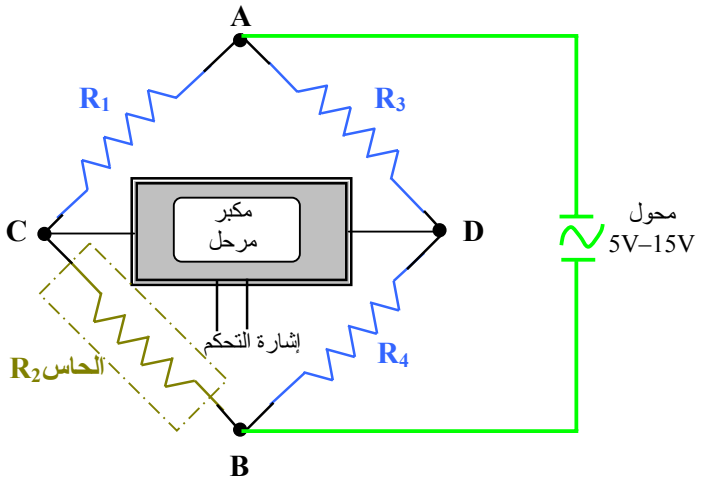
مثال (9): التحكم التناسبي الإلكتروني

تعتبر دورة وستين الأساس لكل دوائر التحكم الإلكتروني المستخدمة في معدات التبريد و التكييف. الشكل (1-20) يوضح قنطرة هوستون المعدلة لتناسب التحكم الإلكتروني، حيث يستخدم تيار متردد بدلا من التيار الثابت و مرحل مكبر بدلا من الجلفاومتر.

المقاومات المستخدمة R_1، R_3 ، R_4 و كذلك العنصر الحاس R_2 متساوية بقيمة 1000Ω لكل مقاومة. و تتغير قيمة المقاومة بتغير درجة الحرارة. تتزن القنطرة عندما تكون القراءة على الجهاز المكبر صفر.

عند حدوث تغيير في درجة الحرارة تتغير المقاومة R_2 (الحاس) و يسري تيار عبر المرحل فالمكبر و منه إلى عنصر التحكم النهائي ليعمل بدوره على تغيير موضع الجهاز الموجه لتعديل قيمة وسيلة التحكم.

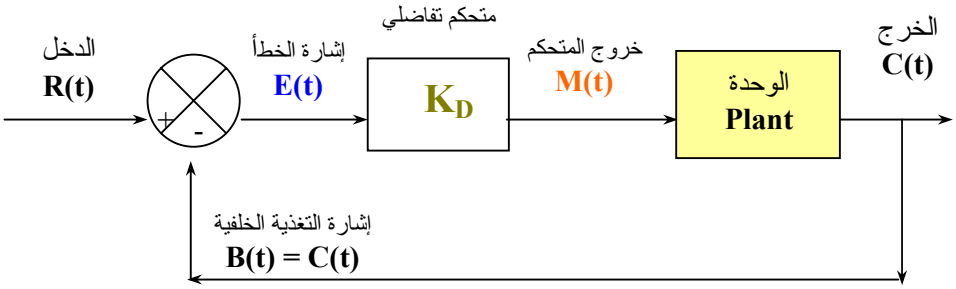


شكل (1-20): نظام تحكم إلكتروني

(قنطرة وستون المعدلة)

٥ – ٣ التحكم التفاضلي Derivative Controller

في هذا النوع من التحكم يستخدم متحكم تفاضلي (Derivative Controller) يقوم باجراء عملية تفاضل على إشارة الخطأ. ففي حالة ثبات قيمة دخل المتحكم التفاضلي (ثبات إشارة الخطأ) فإن خرج المتحكم التفاضلي يكون صفرا (M(t) = 0) وذلك لأن تفاضل المقدار الثابت يساوي صفر. ولذلك فإن المتحكم التفاضلي لا يستخدم بمفرده في الحياة العملية لأنه يعمل فقط في الحالات العابرة أثناء تغير إشارة الخطأ لتثبيته و لسرعة الوصول إلى نقطة التحكم. الشكل (1-21-أ) يبين رسماً صندوقياً لنظام تحكم تفاضلي.

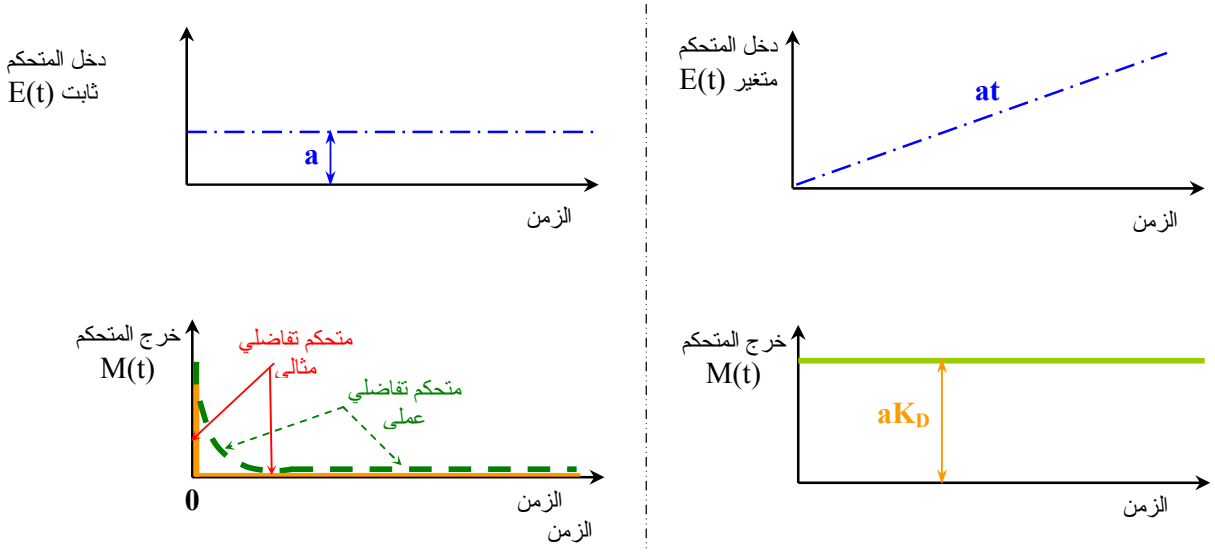


شكل (1-21 -أ): الرسم الصندوقي لنظام تحكم تفاضلي

و تكون إشارة خروج المتحكم التفاضلي كالتالي:

$$M(t) = K_D \frac{d}{dt}[E(t)]$$

يمكن تمثيل إشارة خروج المتحكم التفاضلي وفقا لإشارة الخطأ كما يلي (الرسم 21 -ب):

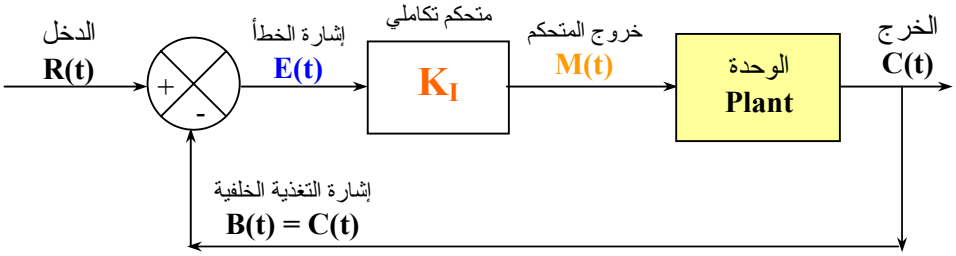


شكل (1-21 -ب): إشارة الخروج لنظام تحكم تفاضلي

٤ -٥ التحكم التكاملي Integral Controller

يتميز هذا النوع من التحكم باستخدام متحكم تكاملي (Integral Controller) يقوم بإجراء عملية تكامل لإشارة الخطأ و ذلك لتكبيرها مع الزمن و بالتالي التأثير الفوري على النظام المراد التحكم فيه حتى يزداد الخرج و يتساوى مع الدخل و تصبح إشارة الخطأ صفر.

الشكل (1-22 -أ) يبين رسما صندوقيا لنظام تحكم تكاملي.



شكل (1-22 -أ): الرسم الصندوقي لنظام تحكم تكاملي

ففي حالة استقرار الحمل الحراري تكون إشارة الخرج متساوية مع إشارة الدخل و بالتالي تكون إشارة الخطأ صفر يعني:

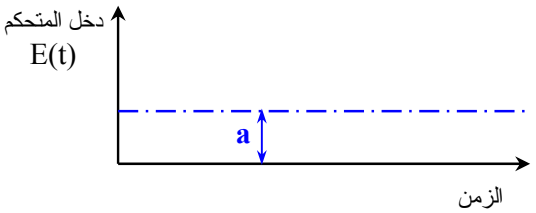
$$E = 0$$

عند حدوث تغير في الحمل تتغير إشارة الخرج للمنظومة و تصبح إشارة الخطأ بين الخرج و الدخل ثابتة بحيث $E(t) = a$ كما هو مبين على الرسم (1-22 -ب). و تبعا لذلك تصبح الإشارة الخارجة من المتحكم التكاملي $M(t)$ كما يلي:

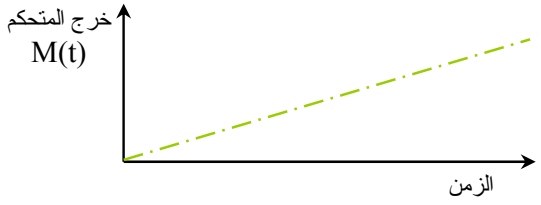
$$M(t) = K_I \int_0^t a \, dt$$

$$M(t) = K_I \, at$$

و عملية الضرب في الزمن في المعادلة التالية تجعل من الإشارة الخارجة من المتحكم $M(t)$ متغيرة مع الزمن كما هو موضح في الشكل (1-22 -ج).



شكل (1-22 -ب)



شكل (1-22 -ج)

تأثير المتحكم التكاملي على إشارة الخطأ

و يؤثر هذا التزايد على النظام المراد التحكم فيه حتى يزداد الخرج C(t) و يتساوى مع الدخل R(t) و تصبح إشارة الخطأ صفر $E(t) = 0$. و بذلك يعمل المتحكم التكاملي على تلافي الخطأ بين الدخل و الخرج بتعديل قيمة الخرج حتى تتساوى تماما مع قيمة الدخل.

و هذا النوع من التحكم بالرغم من أنه يحقق الدقة المطلوبة ويتلاشى الخطأ بين الدخل R(t) و الخرج C(t) إلا أنه قد يؤدي ٬عدم استقرار النظام إذا كانت ثابت معدل الضبط K_I عالية.و كلما زادت قيمة هذا المعدل كلما كانت عملية إعادة الضبط أسرع. غير أن ذلك قد يؤدي إلى حدوث ترددات كثيرة في الخرج أو عدم استقرار. لذلك يجب اختيار القيمة المناسبة للمعدل K_I.