

第5問

グレイ符号はデジタル回路用の数値符号であり、ロータリーエンコーダのようなアナログ量をデジタル信号に変換する機器で用いられる。グレイ符号に関する以下の問に答えよ。

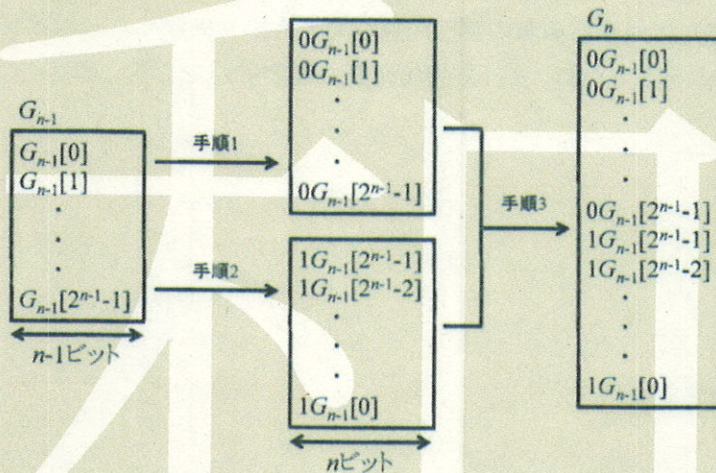
- (1) 1ビットのグレイ符号 G_1 は、2つの符号語 '0' と '1' から構成される。 $n(>1)$ ビットのグレイ符号 G_n は、以下に示す手順で G_1 から再帰的に生成できる(図1)。

手順1: G_{n-1} の各符号語 ($n-1$ ビット)の最上位に0を追加して n ビットにする。

手順2: G_{n-1} の符号語を逆順に並べ、各符号語 ($n-1$ ビット)の最上位に1を追加して n ビットにする。

手順3: 手順1, 2で生成した符号語を合わせた符号語を G_n とする。

この手順に従って、0から15までの整数を表す4ビットのグレイ符号を示せ。



※ $G_{n-1}[i]$ ($i=0, 1, \dots, 2^{n-1}-1$) は、整数 i を表す $n-1$ ビットの符号語である。

図1

- (2) 4ビットのグレイ符号を自然2進符号に変換する回路を設計したい。この変換回路の入力を ' $g_4 g_3 g_2 g_1$ ' とし、出力を ' $b_4 b_3 b_2 b_1$ ' とする。

(2-1) b_4, b_3, b_2, b_1 をそれぞれ g_4, g_3, g_2, g_1 に関する加法標準形で示せ。

(2-2) できる限り少ない数のゲートでこの変換回路を構成せよ。ただし、図2に示すゲート以外は使用しないこと。

(2-3) (1)の手順で生成される n ビットのグレイ符号を n ビットの自然二進符号に変換する回路を構成せよ。ただし、図2に示すゲート以外は使用しないこと。

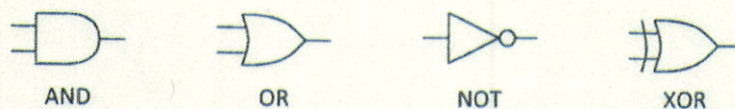


図2

(3) 図3はダイヤル式のボリューム調節回路である。ダイヤルをある数字に合わせると、その数字に対応する4桁のビット $xyzw$ がボリュームコントローラに伝えられる。ダイヤルのような機械的な接点で電気信号を出力する回路では、接点の機械的な動作や信号を読み出すタイミングによって、 $xyzw$ が自然2進数で出力される場合には生じるが、グレイ符号で出力される場合には生じない問題のあることが知られている。

(3-1) この問題について、具体例を示しつつ、簡潔に説明せよ。

(3-2) $xyzw$ がグレイ符号で出力される場合に、この問題が生じない理由を簡潔に説明せよ。

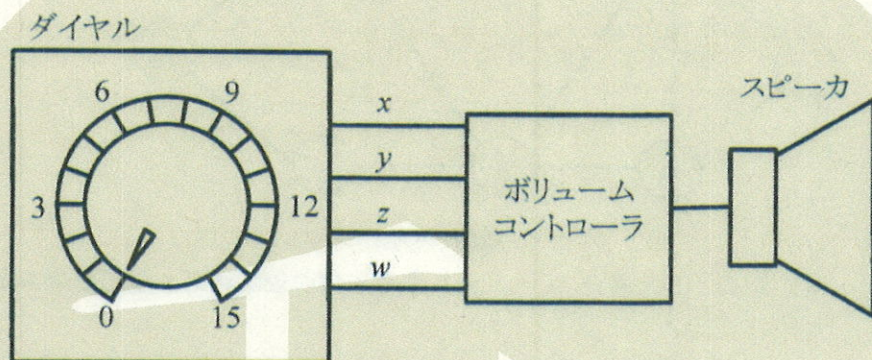


図3