

## Chapter 12 필터 구조와 구현

### [Quick Review]

- (1) ○
- (2) 높을수록
- (3) ○
- (4) 곱셈기, 덧셈기, 시간 지연기
- (5) 구현도
- (6) FIR
- (7) 차분 방정식
- (8) ○
- (9) 종속형
- (10) ×
- (11) ○
- (12) ○
- (13) ×
- (14) 바이쿼드
- (15) 병렬형
- (16) 차수 순환형
- (17) ○
- (18) ○
- (19) 전 영점
- (20) 전극 격자, 격자-사다리

## [기초 문제]

12.1 라

12.2 나

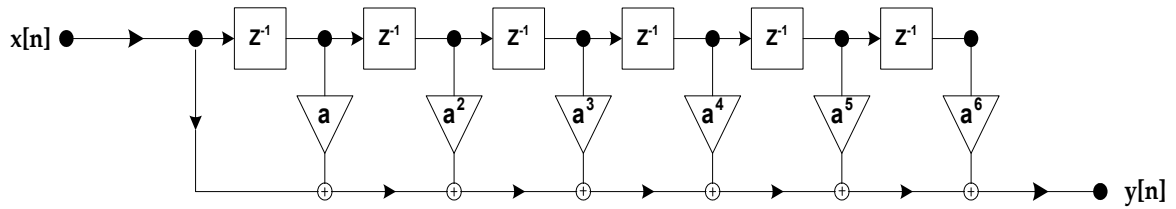
12.3 다

12.4 다

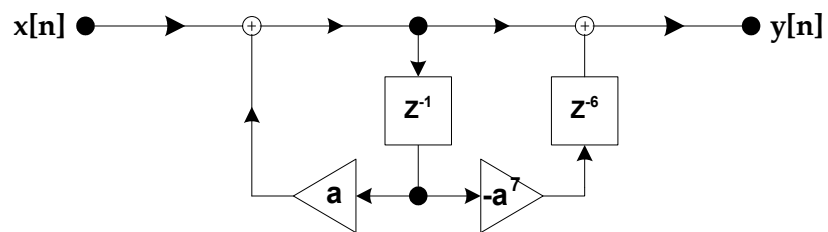
12.5 나

12.6

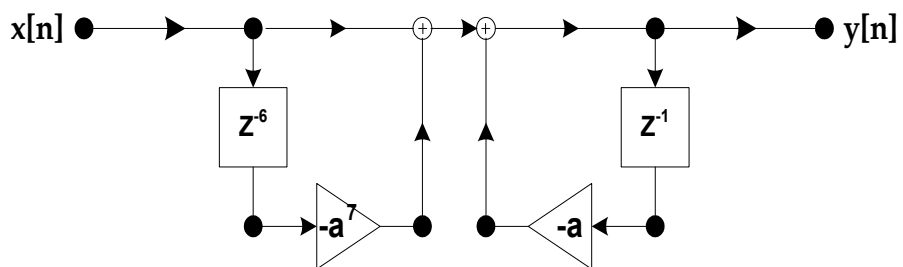
(a)



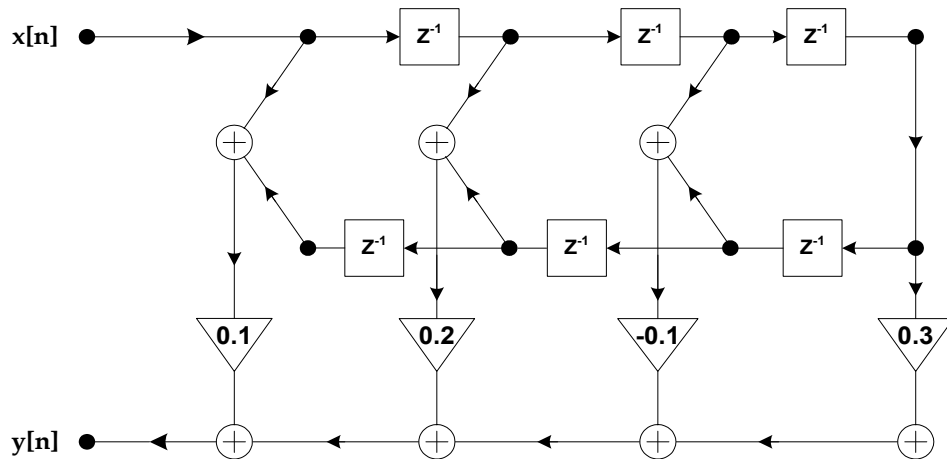
(b)  $H(z) = H_1(z)H_2(z) = \left(\frac{1}{1-az^{-1}}\right) \cdot (1-(az^{-1})^7)$



(c)

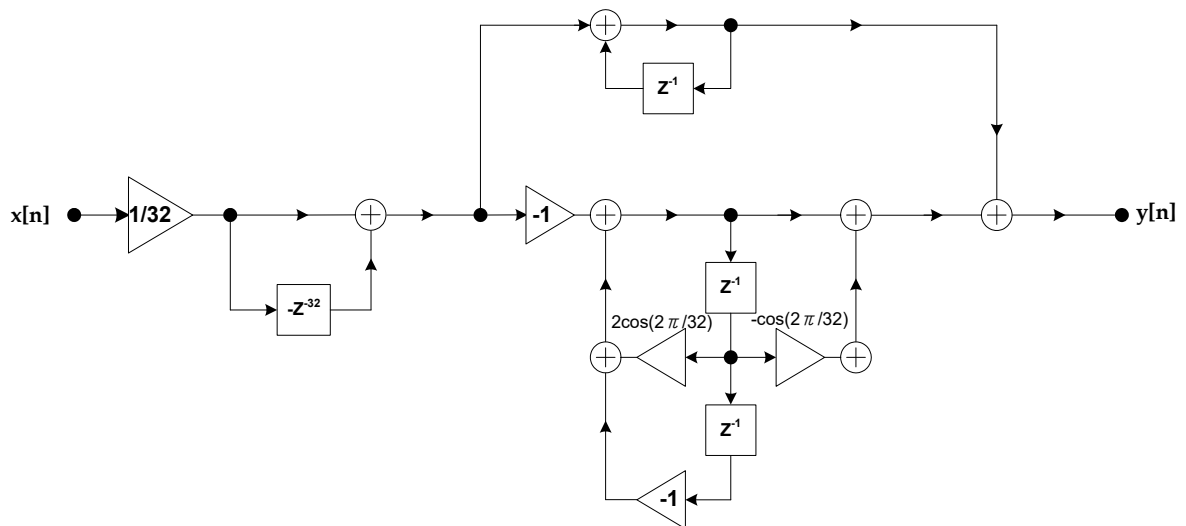


12.7  $h[n] = h[N-1-n]$ 의 대칭성을 만족하므로 선형 위상형 구조로 구현할 수 있다.



12.8  $H[k] = \begin{cases} 1, & k = 0 \\ -0.5, & k = 1, 31 \\ 0, & \text{그 외} \end{cases}$

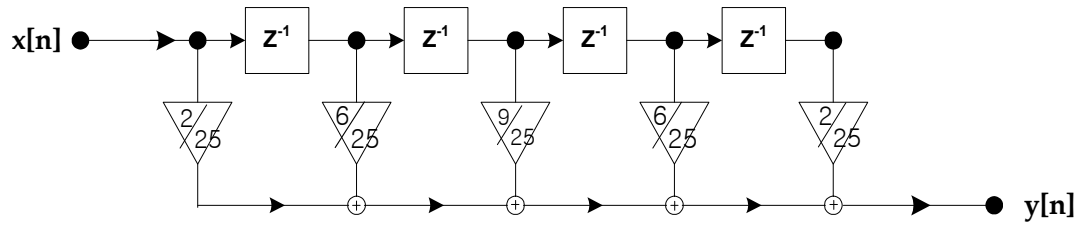
$$H(z) = \frac{1-z^{-32}}{32} \sum_{k=0}^{31} \frac{H[k]}{1 - e^{j\frac{2\pi}{32}k} z^{-1}} = \left(\frac{1}{32}\right)(1-z^{-32}) \left[ \frac{1}{1-z^{-1}} - \frac{1 - \cos\left(\frac{2\pi}{32}\right)z^{-1}}{1 - 2\cos\left(\frac{2\pi}{32}\right)z^{-1} + z^{-2}} \right]$$



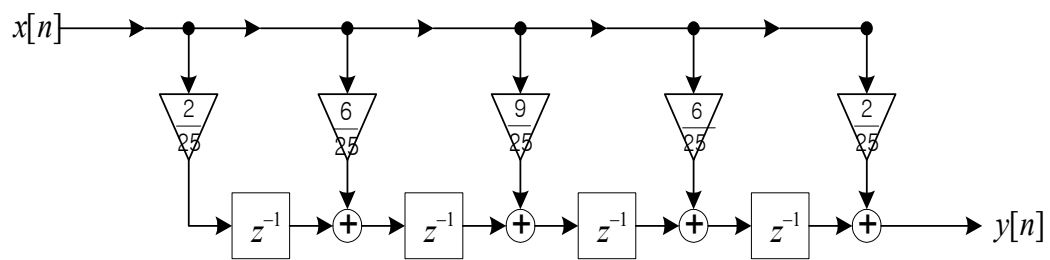
주파수 샘플링형 구조는 그림에서 보는 것과 같이 35개의 시간지연기와 (-를 제외하면) 3개의 곱셈기 그리고 6개의 덧셈기가 필요하다. 반면 직접형 구조에서는 31개의 시간지연기, 32개의 곱셈기(실제로는 임펄스 응답이 대칭이므로 16개일 곱셈기만 있어도 됨), 그리고 31개의 덧셈기가 필요할 것이다. 전체 적으로 요구되는 소자의 개수 면에서 주파수 샘플링형이 유리하다.

## 12.9

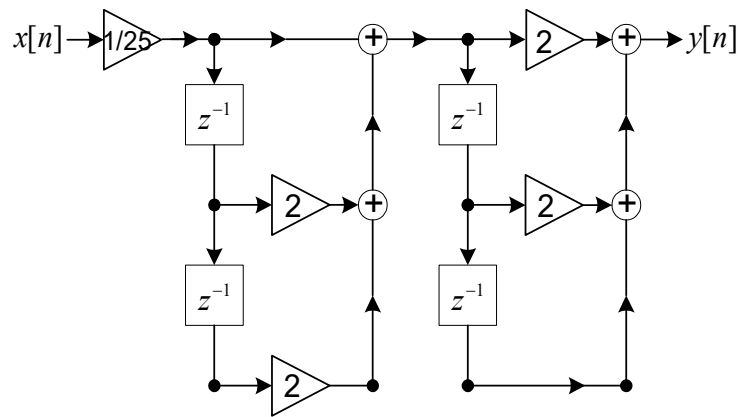
(a)



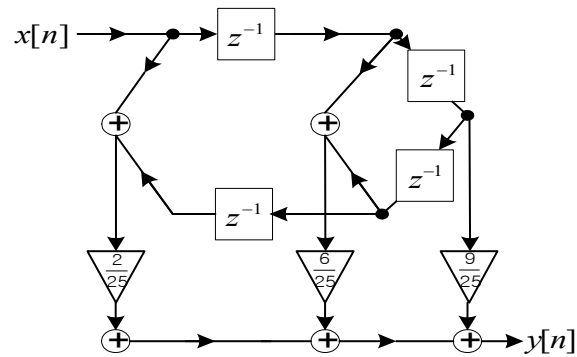
(b)



(c)  $H(z) = \frac{1}{25}(1 + 2z^{-1} + 2z^{-2})(2 + 2z^{-1} + z^{-2})$



(d)



$$(e) \quad H(z) = \frac{1 - z^{-5}}{5} \left( \sum_{k=1}^2 2|H[k]| H_k(z) + \frac{1}{1 - z^{-1}} \right)$$

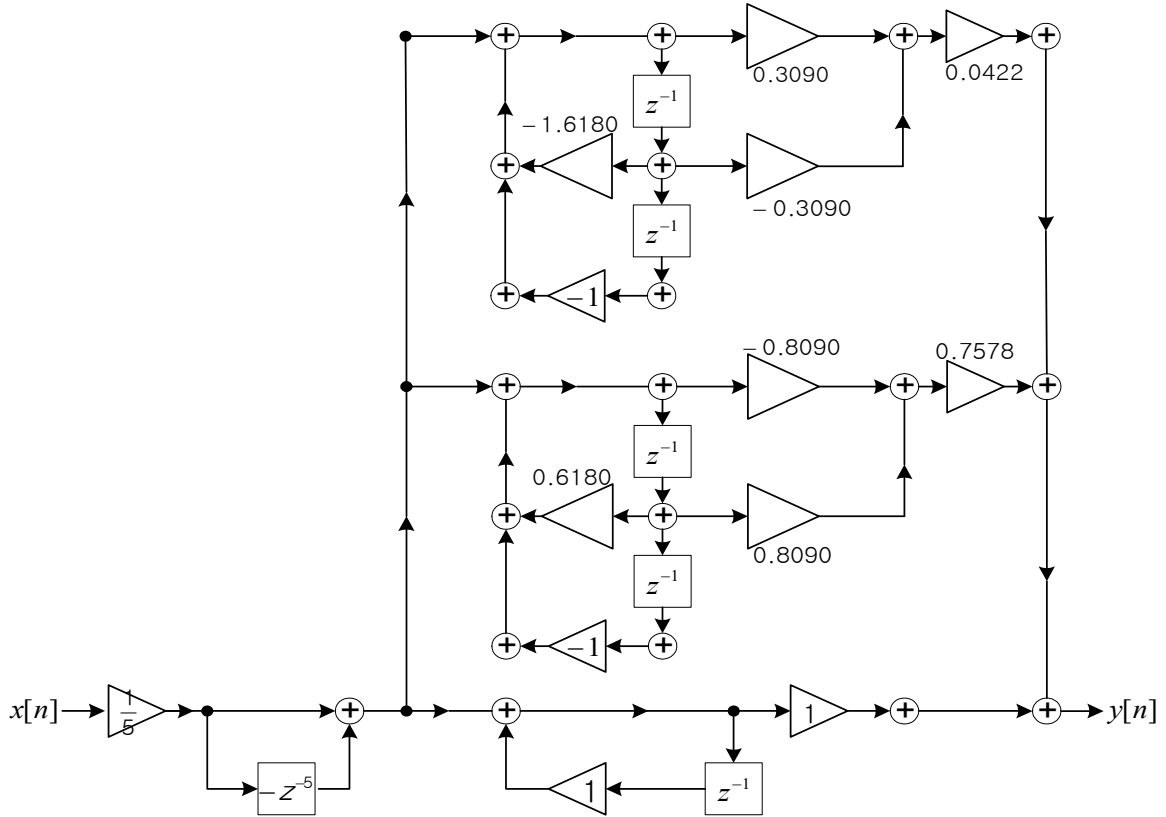
$$H[0] = \frac{1}{25} (4 + 12 + 9) = 1$$

$$H[1] = \frac{1}{25} e^{-j\frac{4\pi}{5}} \left( 4\cos\left(\frac{4\pi}{5}\right) + 12\cos\left(\frac{2\pi}{5}\right) + 9 \right) = 0.3789 e^{-j\frac{4\pi}{5}}$$

$$H[2] = \frac{1}{25} e^{-j\frac{8\pi}{5}} \left( 4\cos\left(\frac{8\pi}{5}\right) + 12\cos\left(\frac{4\pi}{5}\right) + 9 \right) = 0.0211 e^{-j\frac{8\pi}{5}}$$

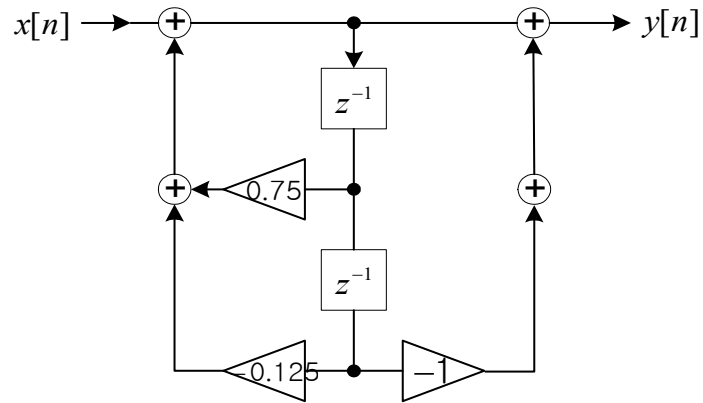
$$H_1(z) = \frac{-0.8090 + 0.8090z^{-1}}{1 - 0.6180z^{-1} + z^{-2}}$$

$$H_2(z) = \frac{0.3090 - 0.3090z^{-1}}{1 + 1.6180z^{-1} + z^{-2}}$$



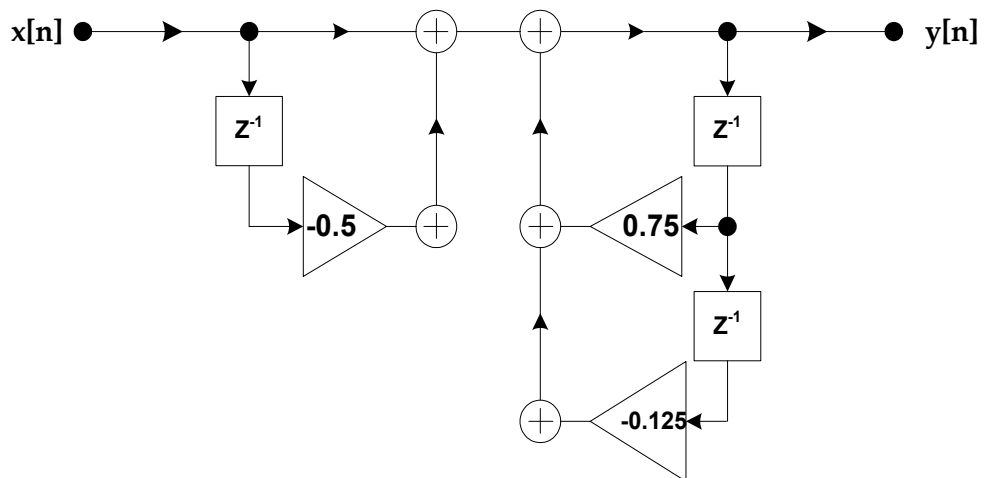
12.10 바이쿼드 구조를 사용하는 중속형 구조로 구현하면 될 것이다.

아래 그림의 구조는 시간 지연기 2개, 곱셈기 3개로 구현된 것이다. 이보다 더 줄일 수는 없다.

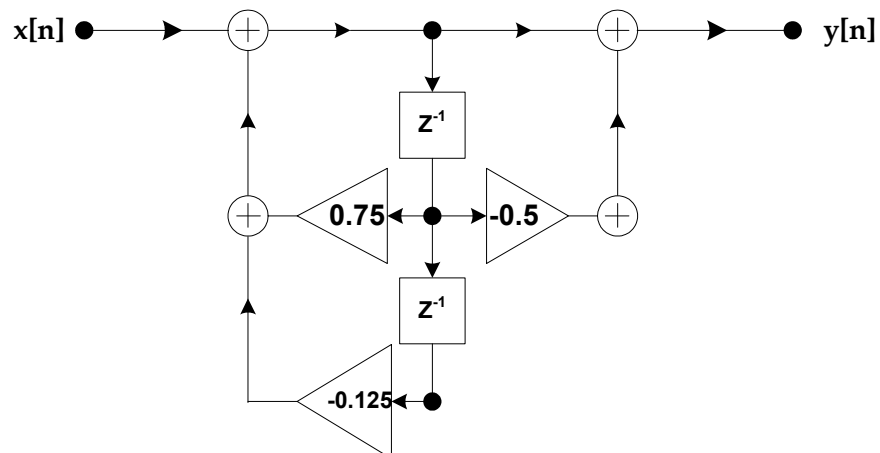


12.11

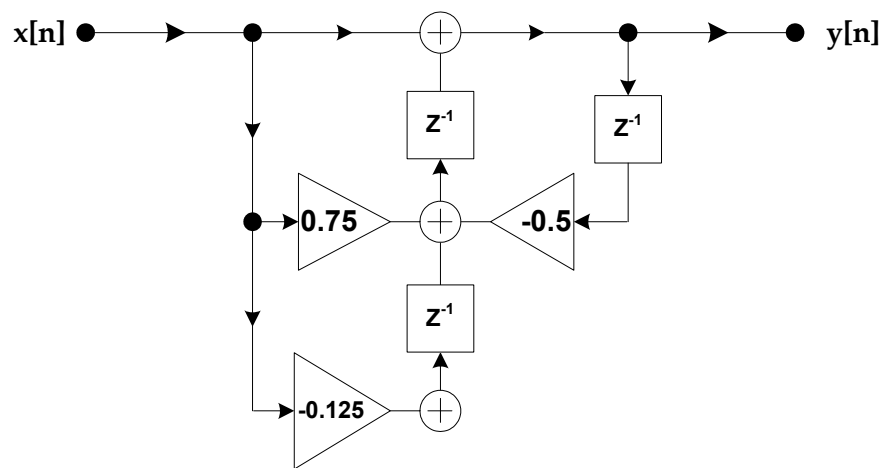
(a)



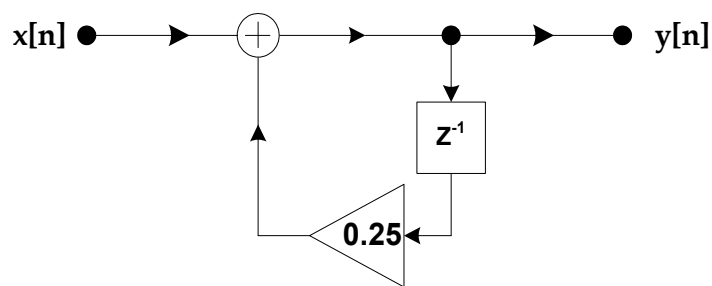
(b)



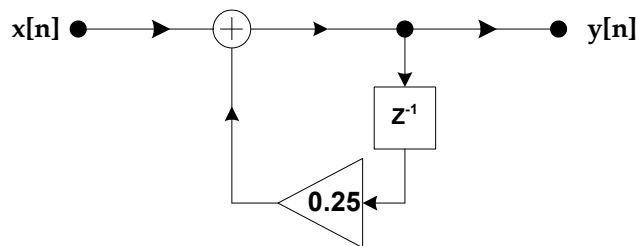
(c)



(d)

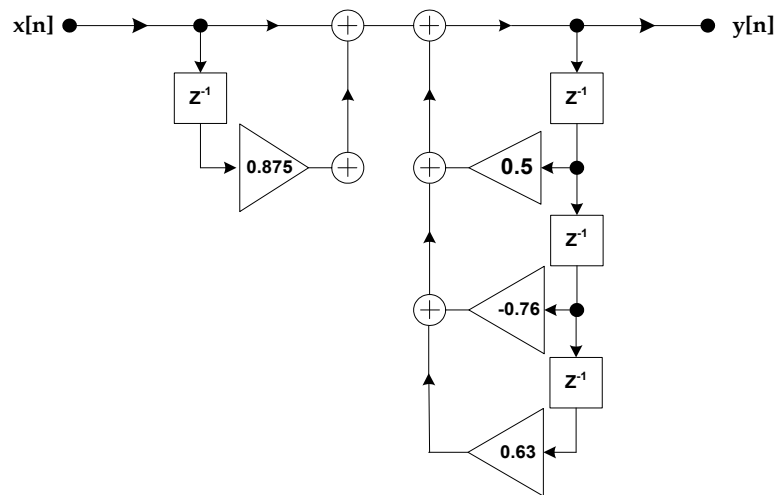


(e)

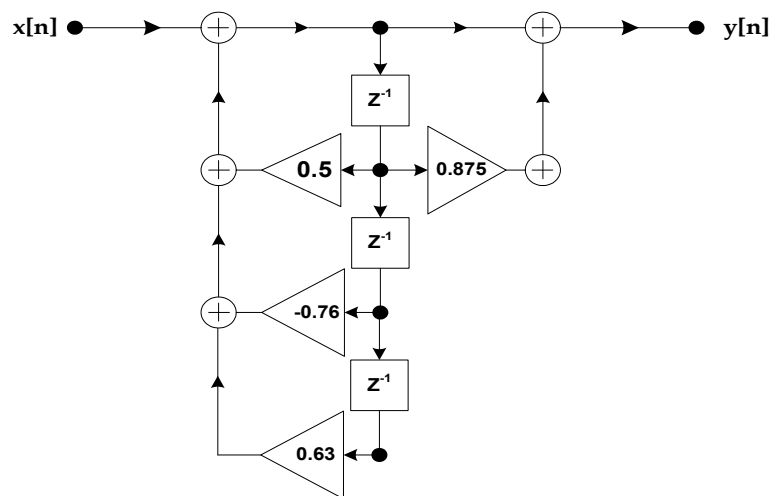


## 12.12

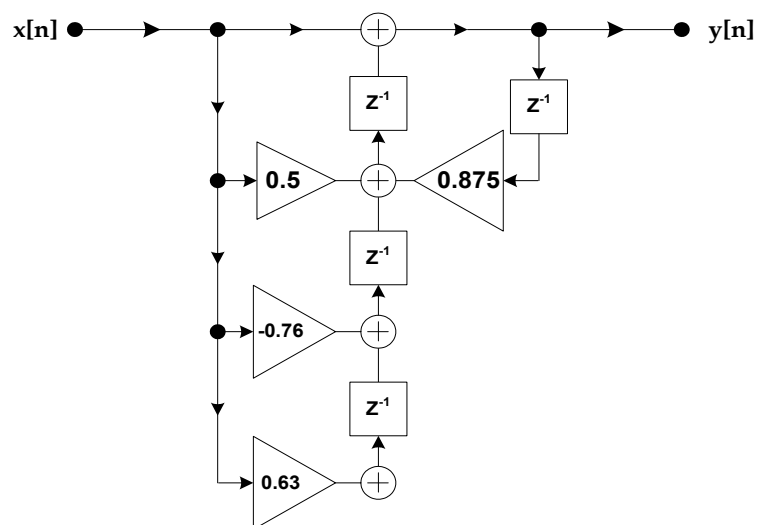
(a)



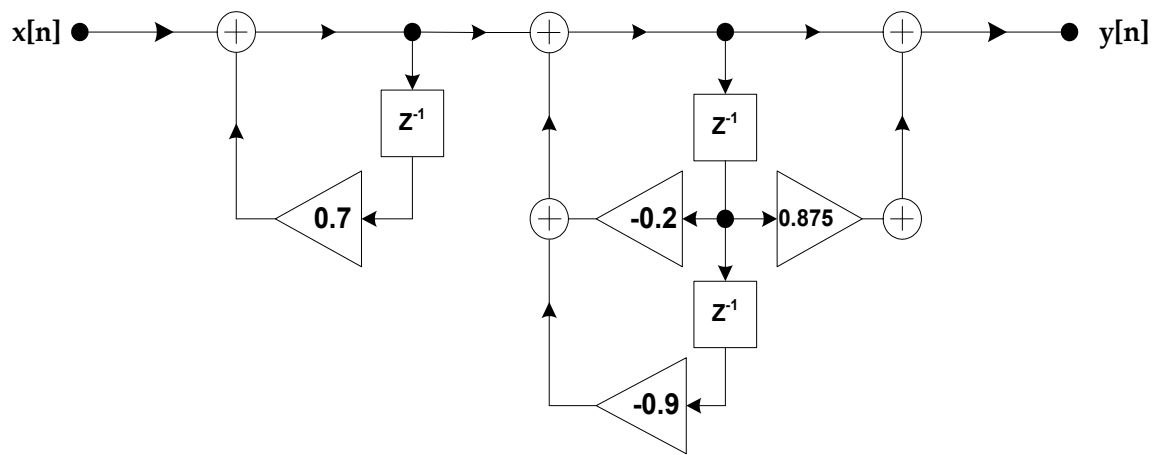
(b)



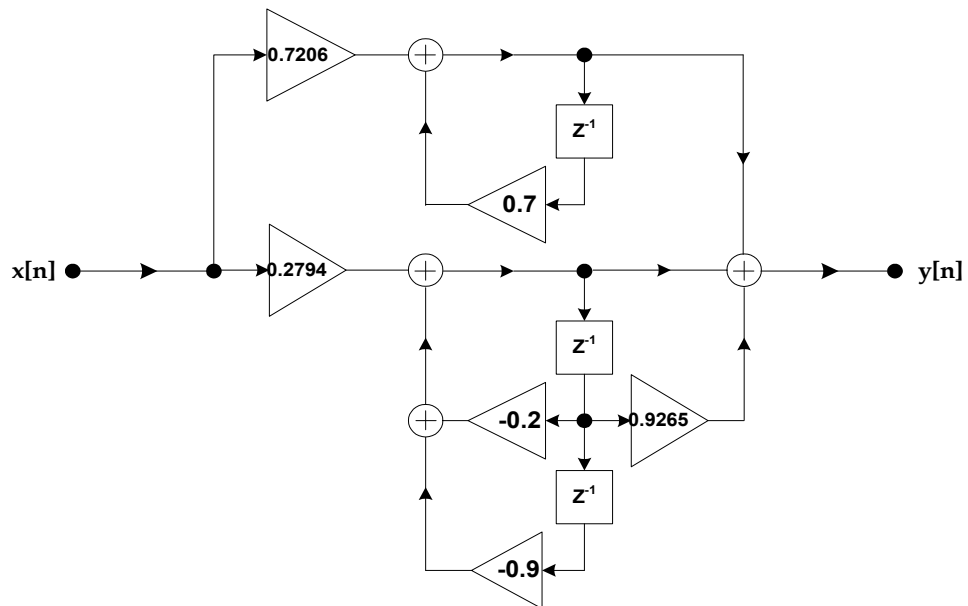
(c)



(d)

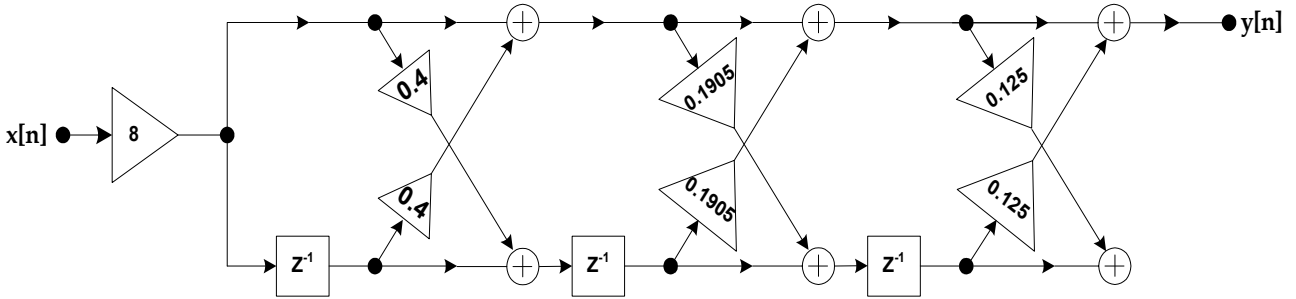


(e)

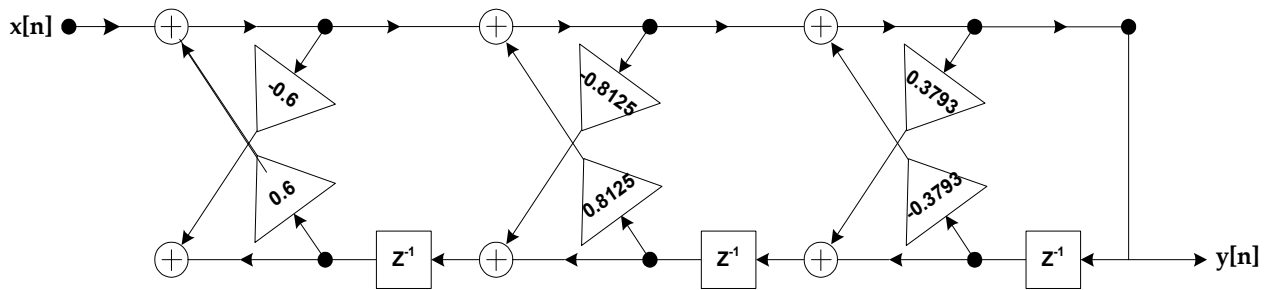


## [응용 문제]

12.13  $K_3 = 0.125$ ,  $K_2 = \alpha_2(2) = 0.1905$ ,  $K_1 = \alpha_1(1) = 0.4$



12.14  $K_3 = 0.6$ ,  $K_2 = \alpha_2(2) = 0.8125$ ,  $K_1 = \alpha_1(1) = -0.3793$



12.15  $K_3 = -0.512$ ,  $K_2 = \alpha_2(2) = 0.3123$ ,  $K_1 = \alpha_1(1) = -0.4878$

$$C_3 = b_3 = 1, \quad C_2 = b_2(2) = 0, \quad C_1 = 0, \quad C_0 = 0$$

따라서 이 필터의 격자-사다리꼴 구현은 실제로는 아래 그림과 같이 격자구조만 갖게 된다. 이러한 현상은 주어진 필터가 전역통과 필터, 즉 전달 함수의 분모, 분자가 거울 상 대칭이기 때문에 발생한다.

